

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**  
Secção Autónoma de Ciências Sociais Aplicadas  
Ciências da Educação

**A METÁFORA, A ANALOGIA E A  
CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO  
CIENTÍFICO NO ENSINO E NA  
APRENDIZAGEM. UMA ABORDAGEM DIDÁCTICA**

2 Volumes (Vol.I)

Por  
**MARIA TERESA MORAIS DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciências da Educação, Especialidade em Teoria Curricular - Didáctica das Ciências.

A presente dissertação foi preparada no âmbito do Protocolo existente entre a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e a Universidade de Boston - EUA.

Orientadores: Professores Doutores **Maria Teresa Ambrósio e Robert Kilburn.**

Lisboa  
1996

Copyright

Apresentação da dissertação de doutoramento baseada nas normas em vigor na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e nas normas sugeridas no manual editado pela American Psychological Association (3th Edition)

Aos meus Pais, João e Dina, pilares da minha formação.

Aos meus filhos, João Ricardo e Carolina, e à minha sobrinha Inês, desafios da construção do futuro.





## **AGRADECIMENTOS**

A escrita dos agradecimentos é sempre um acto de alegria. Alegria por se ter terminado um trabalho e ter tido a ajuda, o apoio e o encorajamento de tantos Amigos pertencentes aos diversos contextos em que a vida se desenrola e que, directa ou indirectamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

Quero em primeiro lugar afirmar o quanto estou grata à Professora Doutora Teresa Ambrósio e realçar o apoio científico e humano que me concedeu. Agradeço-lhe a sabedoria da palavra exacta no momento adequado, de modo a resolver os problemas e impulsionar o trabalho proporcionando também, no trabalho quotidiano, a oportunidade de participar e coordenar programas de investigação/formação nacionais e europeus o que me tem permitido uma visão multifacetada e pluridisciplinar do conhecimento.

Também quero afirmar o meu reconhecimento aos Professores Doutores Gerald Abegg e Robert Kilburn pelo apoio científico, acolhimento, disponibilidade e amizade demonstrada assim como o envolvimento familiar e a integração profissional que sempre me proporcionaram aquando das minhas estadias na Universidade de Boston.

Quero agradecer ao Professor Doutor António Cachapuz cuja competência e perspectiva científica foi decisiva na minha iniciação num campo tão fascinante como o do conhecimento onde esta investigação se enraíza.

Agradeço ao Professor Doutor Nunes dos Santos o apoio, pessoal e institucional, que sempre me proporcionou.

Quero afirmar o meu apreço aos meus colegas e às secretárias, que comigo convivem quotidianamente na FCT, pelo interesse demonstrado pelo meu trabalho e pela ajuda quando necessária.

Expresso a minha gratidão a todos os professores universitários e do ensino não superior que dispensaram tempo da sua vida para responderem a questionários e concederem entrevistas além de anuírem a abrir as suas salas de aula. Realço a importância da contribuição dada pelas professoras das turmas onde o trabalho empírico desta investigação foi realizado, assim como a contribuição dada pelos alunos das três turmas participantes no estudo e, principalmente, aos doze alunos seleccionados para o aprofundamento do estudo que se prontificaram a colaborar ficando mais horas na Escola e sem os quais não teria sido possível esta investigação.

Um obrigada muito especial aos Amigos Antão Vinagre, Maria Cabral de Sousa e José Catarino Soares que, apesar dos múltiplos afazeres e responsabilidades profissionais, acompanharam o meu trabalho ao longo dos anos e leram com minúcia o manuscrito contribuindo com os seu saber e as suas críticas para a melhoria do texto.

O meu reconhecimento aos Amigos Isabel Cottinelli Telmo e especialmente ao João Praia, que com o carinho do acompanhamento assíduo e com as conversas informais, me ajudaram a superar e a resolver problemas, não me deixando desistir em situações de crise.

Agradeço a insubstituível ajuda da Dora Alcaide que com a sua infável paciência, competência, responsabilidade, disponibilidade e constante sorriso processou inúmeras vezes o mesmo texto.

Por fim, agradeço à minha Família. A meus Pais, João e Dina, pelo suporte afectivo, pelos referenciais de vida que me inculcaram e pela presença em todos os momentos. A meu irmão, João Carlos, que tantas vezes me substituiu nos meus deveres familiares. Finalmente, aos meus filhos, João Ricardo, pelo incitamento que me tem transmitido, pela filosofia de vida que me tem ensinado e pelo exemplo que me tem dado a superar e solucionar problemas e à minha filha, Carolina, pelo companheirismo profissional e familiar, pelo apoio e pela provocação dos desafios educacionais e relacionais que me tem colocado.

Não posso esquecer de agradecer o contributo dado por todos aqueles que, ao longo da vida, me têm proporcionado o confronto de ideias ou de experiências, tenham sido elas agradáveis ou não, ensinando-me a não desistir, ajudando-me a reflectir e a mudar quando necessário, permitindo construir a pessoa que hoje sou.



## RESUMO

Neste estudo investiga-se a relação entre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico em situação formal de ensino. O âmbito da investigação circunscreve-se ao campo da Didáctica das Ciências, com enfoque nos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos.

Definiram-se os seguintes objectivos: (i) aprofundar a relação linguagem metafórica (LM) - linguagem científica - construção do conhecimento científico em contexto escolar; (ii) compreender a relação da LM com a construção conceptual da informação científica aplicada ao estudo da estrutura do átomo; (iii) contribuir para a consciencialização da importância da LM no ensino e na formação de professores de ciências. Para se atingir estes objectivos construiu-se um quadro conceptual teórico abrangente que sustentou as seguintes hipóteses de trabalho: (i) os professores de ciências na sua actividade de ensino, utilizam a LM de uma forma acrítica e no seu processo de formação inicial são raramente alertados para a problemática da LM; (ii) se a LM for explorada didacticamente, os alunos constroem mais facilmente o conhecimento científico, partindo de uma construção conceptual própria.

No estudo empírico, relacionado com a metáfora, a analogia e o ensino, investigaram-se as práticas de professores de ciências nesta temática e a sua formação inicial. Fez-se, ainda, uma análise de conteúdos dos manuais escolares e dos currículos de ciências. No estudo empírico, relacionado com a metáfora, a analogia e a aprendizagem, depois de se ter caracterizado os alunos e de se ter construído uma taxionomia para a metáfora e para a analogia a serem utilizadas, leccionou-se uma sequência de aulas, em três turmas de uma escola secundária, sobre a unidade “o átomo”, explorando-se

didacticamente a metáfora e a analogia em duas dessas turmas segundo um modelo de ensino pré construído. Utilizou-se o mapa de conceitos como “pré” e “pós-teste” para se analisar a diferença da complexificação do conhecimento dos alunos sobre o conceito de átomo, antes e depois da sequência das aulas.

Os resultados encontrados indicam que a LM é utilizada frequentemente pelos professores das várias disciplinas de ciências. Contudo, estes não estão conscientes nem das potencialidades nem das limitações da utilização didáctica da metáfora e da analogia e, portanto, não as exploram de forma adequada. A formação inicial dos professores de ciências, nas universidades portuguesas, sobre linguagem, linguagem científica ou metafórica, maioritariamente, ignora esta temática. Esta não é, tão pouco, abordada nos currículos de ciências em vigor. Os manuais escolares utilizam a metáfora e a analogia de uma forma quantitativamente reduzida. A investigação mostra que a exploração didáctica da LM teve grande impacto na aprendizagem, principalmente nos alunos com maiores dificuldades curriculares. Este impacto foi demonstrado pela motivação e interesse dos alunos e pelos resultados apresentados na elaboração dos mapas de conceitos. A metáfora e a analogia parecem serem poderosos instrumentos heurísticos na aquisição e na mudança conceptual, com implicações positivas no ensino-aprendizagem da Ciência e no desenvolvimento de capacidades metacognitivas.

Sublinha-se, por isso, a pertinência e a urgência de aprofundar o estudo da metáfora e da analogia no ensino e na aprendizagem das várias disciplinas científicas, em todos os níveis de escolaridade, numa perspectiva de investigação didáctica e recomenda-se que esta temática seja incentivada na formação inicial e contínua de professores destas áreas.

## **ABSTRACT**

In this research the relationship of metaphors, analogies and the construction of scientific knowledge in a formal teaching context is investigated. A theoretical framework for metaphorical language (ML) was constructed and provided the basis for the following hypotheses:

ML plays an important didactic role in the improvement of teaching and develops students' cognitive skill and meaningful learning.

Science teachers use ML in their teaching routines, but they are not aware of the capabilities and the limitations of ML or the related problems in student learning.

The use of ML in the teaching of scientific knowledge is not normally a part of the initial preparation of science teachers.

A didactic exploration of ML can provide students a basis for the construction of scientific knowledge and understanding.

The specific goals of the study were to examine the use of ML and scientific understanding in a classroom setting, to understand the role of ML in the process of teaching and learning the concept of the atom, and to identify the contribution of ML to science teacher training.

A taxonomy of ML and a didactic framework were developed for teaching the concept of the atom to secondary school science classes. Two classes were taught using the specific framework and a third provided a control. In all three classes students were taught how to develop concept maps and each student prepared pre and post instruction concept maps on their knowledge of the atom. The Group Assessment of

Logical Thinking - GALT test and the Verbal Aptitude Test - DAT were administered to all classes.

Questionnaires and structured interviews were used to identify ML teaching practices by in-service science teachers with or without specific training in ML and to identify teacher training practices at the universities.

Most of the students demonstrated minimal abstract thinking skills according to the GALT test, and low verbal aptitude according to DAT test but all were able to prepare adequate concept maps. Students in the experimental classes, particularly the less able academic students, exhibited significant gains in knowledge of the atom as a result of the treatment. The students were clearly interested, motivated and engaged in the learning process.

The science teacher data indicates that all teachers use ML albeit in a limited way in their teaching. Differences between science teachers with ML training and without it were found. Teachers who had some ML training articulated specific pedagogical practices and were able to identify some of the capabilities and the limitations of ML in their classroom practices.

Metaphors and analogies seem to be powerful heuristic tools in the development of conceptual change in the teaching and learning of science and in the development of students' metacognitive abilities. Clearly, more research needs to be done in this area to establish the relationship between ML, teacher preparation and pedagogical practices and student conceptual change.



## RÉSUMÉ

On présent ici les résultats d'un projet de recherche sur la métaphore, l'analogie et la construction du savoir scientifique en situation du système formelle d'enseignement. Le champ scientifique de la recherche est restreint à la Didactique des Sciences, mettant en valeur l'importance du processus de l'enseignement et de l'apprentissage des concepts scientifiques.

Les objectives de la recherche ont été les suivants: (i) approfondir la relation langage métaphorique (LM) - langage scientifique - construction du savoir dans le contexte scolaire; (ii) comprendre la relation LM avec la construction conceptuelle de l'information scientifique; (iii) contribuer à la prise de conscience sur l'importance de la LM dans l'enseignement et dans la formation des enseignants des sciences. Pour atteindre ces objectives on a construit un cadre conceptuel théorique élargi soutenant les hypothèses suivantes: (i) les enseignants des sciences, dans leur activité d'enseignement, tout en utilisant d'une façon acritique la LM, n'ont que rarement une formation didactique dans ce domaine; (ii) si la LM était didactiquement exploitée, les élèves construiraient plus facilement le savoir scientifique à partir d'une construction conceptuelle individuelle.

Dans l'étude empirique, concernant la métaphore, l'analogie et l'enseignement, on a mené la recherche sur les pratiques des enseignants des sciences et leur formation initiale. On a fait l'analyse de contenu des manuels scolaires et des curricula des sciences. Pour l'étude empirique, concernant la métaphore, l'analogie et l'apprentissage, et après la caractérisation des élèves et de la construction d'une taxonomie axée sur la métaphore et l'analogie, on a enseignée une unité didactique dans trois classes d'un école secondaire sur le concept de l'atome. On a fait l'exploration didactique de la métaphore et de

l'analogie d'accord avec un modèle d'enseignement préalablement établi.. On a utilisé une carte de concepts comme pré et post test à fin d'analyser les différences de complexité des connaissances des élèves sur le concept de l'atome, avant et après les classes.

Les résultats obtenus montrent que la LM est utilisée souvent pour les enseignants des sciences. Malgré ça, les enseignants n'ont pas conscience des potentialités et des limitations de l'utilisation didactique de la métaphore et de l'analogie et donc ne les explorent pas d'une façon adéquate.

La formation initiale des enseignants des sciences, dans les universités portugaises, sur la langage, langage scientifique ou langage métaphorique, ignore cette thématique. Celle-ci n'est pas exploitée dans les curricula officielles des sciences. Les manuels scolaires utilisent très peu la métaphore et l'analogie. La recherche montre que la LM a produit un très grand impact dans l'apprentissage, surtout en ce qui concerne les élèves ayant les plus grands difficultés scolaires. Cet impact se traduit par la motivation et l'intérêt des élèves et par les résultats obtenus au cours de la élaboration des cartes de concepts. La métaphore et l'analogie se présentent comme étant des instruments heuristiques puissants pour l'acquisition et le changement conceptuel, avec des implications positives dans l'enseignant et l'apprentissage de la Science et dans le développement des compétences metacognitives. Ceci mène à souligner la pertinence et l'urgence d'approfondir l'étude de la métaphore et de l'analogie dans l'enseignement et l'apprentissage des différentes disciplines des sciences en tous les niveaux de scolarité d'accord avec une perspective de recherche didactique, et à recommander que cette thématique soit intégrée dans la formation initiale et continue des enseignants des disciplines scientifiques.

## ÍNDICE GERAL

### INTRODUÇÃO GERAL

1- DAS MOTIVAÇÕES PESSOAIS AO OBJECTO DA INVESTIGAÇÃO	39
2- ORGANIZAÇÃO GERAL DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO	43

### I PARTE

### PERCURSO HEURÍSTICO E ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO

#### Capítulo I

#### PROBLEMÁTICA, PLANO GERAL E RELEVÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO

INTRODUÇÃO	51
1- PROBLEMÁTICA SOBRE A METÁFORA, A ANALOGIA E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM	52
1.1- A Linguagem e a Construção do Conhecimento	52
1.2- A Metáfora, a Analogia e a Educação em Ciência	56
1.3- A Contribuição da Didáctica para a Construção do Conhecimento Científico	60
2- PLANO GERAL DA INVESTIGAÇÃO	62
3- ÂMBITO E RELEVÂNCIA DO PROBLEMA E DO OBJECTO DE INVESTIGAÇÃO	67
CONCLUSÃO	71

#### Capítulo II

#### PERCURSO HEURÍSTICO DO PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO

INTRODUÇÃO	73
1- A CONSTRUÇÃO DO QUADRO TEÓRICO	73
2- A INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	75
2.1- 1ª Fase - Estudo Preliminar e Exploratório	76
2.2- 2ª Fase - A Metáfora, a Analogia e o Ensino	77
2.3- 3ª Fase - A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem	79
2.3.1- <u>Actividades Prévias à Leccionação da Sequência das Aulas</u>	81
2.3.2- <u>A Investigação em Contexto de Sala de Aula</u>	84
CONCLUSÃO	87

## Capítulo III

# **CARACTERIZAÇÃO, CONTEXTO E INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA**

INTRODUÇÃO	89
1- CARACTERIZAÇÃO DOS PROFESSORES E DOS ALUNOS PARTICIPANTES NO ESTUDO	89
1.1- População da 1ª Fase	89
1.2- População da 2ª Fase	90
1.3- População da 3ª Fase	91
2.- CARACTERÍSTICAS DA ESCOLA ONDE FOI REALIZADA A INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA DA 3ª FASE	92
3- INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DE RECOLHA DE DADOS NA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	94
3.1- Entrevistas	95
3.1.1- <u>Entrevista a um Professor de Ciências com Larga Experiência de Ensino</u>	97
3.1.2- <u>Entrevista Colectiva a Professores de Biologia/Geologia e a Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	98
3.1.3- <u>Entrevista a Dois Professores que Tinham Afirmado Previamente que Trabalhavam a Linguagem Metafórica nas Aulas que Eram Responsáveis</u>	102
3.1.4- <u>Entrevista a Professores com Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	104
3.1.5- <u>Entrevista às Professoras das Turmas onde o Estudo foi Realizado</u>	105
3.1.6- <u>Entrevista a Alunos</u>	106
3.2- Questionários	107
3.2.1- <u>Questionário a Professores Universitários Responsáveis pela Formação de Professores em Didáctica/ Metodologia das Ciências</u>	108
3.2.2- <u>Questionário a Alunos</u>	111
3.2.3- <u>Questionário GALT (Group Assessment of Logical Thinking)</u>	112
3.2.4- <u>Questionário DAT (Differential Aptitude Test)</u>	114
3.2.5- <u>Questionário de Torrance - Teste de Pensamento Criativo</u>	116
3.3- Fichas	118

3.3.1- <u>Ficha de Definição de Termos</u>	118
3.3.2- <u>Ficha de Diagnóstico do Conceito de Átomo Utilizando a Analogia com o Sistema Solar</u>	119
3.3.3- <u>Ficha de Avaliação do Trabalho Realizado sobre a Analogia entre o Átomo e o Sistema Solar</u>	120
4- DOCUMENTOS	120
4.1- Manuais Escolares	120
4.1.1- <u>Análise de Unidades Didáticas dos Manuais Mais Divulgados</u>	121
4.1.2- <u>Análise de Unidades Didáticas dos Manuais Adoptados na Escola Onde foi Realizado o Estudo</u>	121
4.2- Currículos	122
5- OBSERVAÇÃO EXPLORATÓRIA DE AULAS	123
6- MAPA DE CONCEITOS	125
CONCLUSÃO	132

## II PARTE

### CONSTRUÇÃO DO QUADRO REFERENCIAL TEÓRICO

#### Capítulo I

#### PERSPECTIVAS SOBRE A METÁFORA E A ANALOGIA

INTRODUÇÃO	137
1- DEFINIÇÕES	138
1.1- Definição de Metáfora	138
1.2- Definição de Analogia	142
1.3- Relação entre a Metáfora e a Analogia	143
1.4- Definição dos Termos Utilizados Nesta Investigação	144
1.5- Definição Operacional de Metáfora e de Analogia	149
2- TEORIAS DA METÁFORA E DA ANALOGIA	151
2.1- Teorias de Combinação Passiva	153
2.1.1- <u>Teorias Emotivas</u>	155
2.1.2- <u>Teorias de Substituição</u>	155
2.1.3- <u>Teorias Comparativas</u>	156
2.1.4- <u>Teorias da Metáfora como Analogia</u>	158
2.2- Teorias Interaccionistas	158
2.3- Teorias Pragmáticas	169

2.4- Teorias Computacionais	171
2.5- Características de uma Boa Metáfora e de uma Boa Analogia	175
3- A METÁFORA, A ANALOGIA E A COMPREENSIBILIDADE	180
3.1- Reconhecimento da Metáfora e da Analogia	184
3.1.1- <u>Linguagem Literal “versus” Linguagem Metafórica</u>	184
3.1.2- <u>Veracidade “versus” Falsidade da Metáfora e da Analogia</u>	189
3.2- A Metáfora, a Analogia e o Significado	191
3.3- A Metáfora, a Analogia e a Interpretação	194
3.4- A Metáfora, a Analogia e o Contexto	197
3.5- Aspecto Icónico da Metáfora e da Analogia	203
CONCLUSÃO	207

## Capítulo II

### A METÁFORA, A ANALOGIA E A COGNIÇÃO

INTRODUÇÃO	209
1- A METÁFORA, A ANALOGIA E O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO	210
1.1- Capacidade de Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia e o Desenvolvimento Cognitivo	212
1.2- Percurso Evolutivo da Produção, Utilização e Compreensão da Metáfora e/ou da Analogia	217
1.3- Diferenças de Compreensibilidade entre a Metáfora e a Analogia	219
1.4- Características Inerentes à Metáfora e à Analogia e sua Compreensibilidade	221
1.5- Diferenças de Compreensibilidade da Metáfora e da Analogia entre Adultos e Crianças	224
1.6- Obstáculos à Compreensibilidade da Metáfora e da Analogia pelas Crianças	227
2- A METÁFORA, A ANALOGIA E AS COMPETÊNCIAS COGNITIVAS	233
2.1- A Metáfora, a Analogia e o Raciocínio Analógico	234
2.1.1- <u>Definições e Potencialidades do Raciocínio Analógico</u>	235
2.1.2- <u>Concepções sobre a Função do Raciocínio Analógico</u>	236
2.1.3- <u>A Aplicação do Raciocínio Analógico</u>	241
2.1.4- <u>Natureza do Raciocínio Analógico</u>	242
2.1.5- <u>A Metáfora, a Analogia, o Raciocínio Analógico e a Inteligência</u>	245
2.1.6- <u>Actividades de Ensino para Desenvolver o Raciocínio Analógico</u>	255
2.2- A Metáfora, a Analogia e a Percepção	258
2.2.1- <u>A Percepção e a Cognição</u>	258

2.2.2- <u>A Metáfora e a Analogia Não Verbais</u>	260
2.2.3- <u>A Percepção e a Linguagem Metafórica</u>	263
2.3- A Metáfora, a Analogia e a Imaginação	265
2.4- A Metáfora, a Analogia e a Criatividade	269
2.4.1- <u>Definições e Perspectivas</u>	270
2.4.2- <u>Características Individuais que Favorecem a Criatividade</u>	274
2.4.3- <u>Paralelismo Cognitivo entre a Criatividade e a Linguagem Metafórica</u>	276
2.5- A Metáfora, a Analogia e a Memória	282
2.5.1- <u>Relevância da Memória ao Longo dos Tempos</u>	284
2.5.2- <u>Teorias Explicativas da Memória e a Linguagem Metafórica</u>	285
2.5.3- <u>A Memória e a Linguagem Metafórica</u>	287
2.6- A Metáfora, a Analogia e a Resolução de Problemas	292
2.6.1- <u>Definições e Potencialidades</u>	293
2.6.2- <u>Relação entre a Resolução de Problemas, a Metáfora e a Analogia</u>	296
2.6.3- <u>Relação entre a Linguagem Metafórica, a Resolução de Problemas e as Competências Cognitivas</u>	300
3- PREFERÊNCIAS INDIVIDUAIS PELA PRODUÇÃO, COMPREENSÃO E UTILIZAÇÃO DA METÁFORA E DA ANALOGIA	308
3.1- Preferências Individuais pela Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia em Função do Estilo Cognitivo	309
3.2- Preferências Individuais pela Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia em Função da Evolução Cognitiva	312
CONCLUSÃO	315

### Capítulo III

## **A METÁFORA, A ANALOGIA E A FUNÇÃO HEURÍSTICA**

INTRODUÇÃO	317
1- A METÁFORA, A ANALOGIA E O CONHECIMENTO EM CIÊNCIA	319
1.1- Controvérsias à volta da Utilização da Metáfora e da Analogia em Ciência	322
1.2- Formas e Caminhos Heurísticos Fornecidos pela Metáfora e pela Analogia em Ciência	335
1.3- Evolução do Conhecimento Científico, Através da Metáfora e da Analogia	338
1.4- A Metáfora, a Analogia e a Vulgarização Científica	350
1.5- Limitações da Utilização da Metáfora e da Analogia em Ciência	351

2- A METÁFORA, A ANALOGIA E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA	355
2.1 - A Metáfora, a Analogia e a Linguagem Científica	356
2.1.1- <u>Aspecto Denotativo e Conotativo da Linguagem Científica</u>	359
2.1.2- <u>Significado da Linguagem Científica</u>	360
2.1.3- <u>O vocabulário na Aprendizagem da Ciência</u>	366
2.1.4- <u>Palavras de Ligação.- Itens Gramaticais Lógicos</u>	370
2.2.- A Metáfora, a Analogia e os Modelos em Ciência e na Aprendizagem da Ciência.	374
2.2.1- <u>Definições de Modelo em Ciência</u>	375
2.2.2- <u>Potencialidades dos Modelos</u>	376
2.2.3- <u>Limitações dos Modelos em Ciência</u>	381
2.2.4- <u>Os modelos na Aprendizagem da Ciência</u>	382
2.3- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem em Ciência	392
2.3.1- <u>A Metáfora, a Analogia e o Processo Cognitivo na Aprendizagem em Ciência</u>	393
2.3.2- <u>Importância da Metáfora e da Analogia na Aprendizagem em Ciência</u>	397
2.3.3- <u>A Metáfora, a Analogia e a Cultura Científica</u>	405
2.3.4- <u>A Metáfora, a Analogia e a Perspectiva Constructivista da Aprendizagem da Ciência</u>	408
2.3.5- <u>A Metáfora, a Analogia e as Concepções Alternativas dos Alunos</u>	410
2.3.6- <u>Limitações da Metáfora e da Analogia na Aprendizagem da Ciência</u>	417
CONCLUSÃO	421
Capítulo IV	
<b>A METÁFORA, A ANALOGIA E O ENSINO</b>	
INTRODUÇÃO	423
1- A METÁFORA, A ANALOGIA E AS PRÁTICAS DE ENSINO	424
1.1- Modelos de Ensino Assistidos pela Metáfora e pela Analogia	426
1.2- Estratégias de Utilização e Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia em Contexto de Sala de Aula	430
1.3- Limitações e Perigos da Utilização da Metáfora e da Analogia	438
2- A METÁFORA, A ANALOGIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	443
2.1- Utilização da Metáfora e da Analogia como Formação Pessoal e Profissional de Professores	445



2.2- Formação para a Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia em Contexto de Sala de Aula	447
2.3- Formação para a Inovação	449
2.4- A Investigação sobre a Formação de Professores	451
<b>3- A METÁFORA, A ANALOGIA E OS MANUAIS ESCOLARES</b>	<b>456</b>
3.1- Importância para a Aprendizagem da Metáfora e da Analogia Integradas nos Manuais Escolares	460
3.2- Frequência do Aparecimento da Metáfora e da Analogia Incorporadas nos Manuais Escolares	463
3.3- Objectivos, Conteúdos, Níveis de Ensino e Funções da Metáfora e da Analogia nos Manuais Escolares	464
3.4- Tipos de Metáforas e de Analogias e Estrutura do Texto Escrito	468
3.5- Utilização e Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia	472
3.6- Limitações e Problemas da Utilização da Metáfora e da Analogia nos Manuais Escolares	476
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>479</b>

### **III PARTE**

## **O ESTUDO EMPÍRICO**

## **LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

### Capítulo I

### **A METÁFORA, A ANALOGIA E O ENSINO**

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>483</b>
<b>1- A METÁFORA, A ANALOGIA E AS PRÁTICAS DOS PROFESSORES</b>	<b>487</b>
1.1 Práticas de Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	487
1.1 1- <u>Leitura dos Resultados da Entrevista Colectiva a Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	489
1.1 2- <u>Leitura dos Resultados da Entrevista Colectiva a Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	498
1.1 3- <u>Leitura Comparativa dos Resultados das Entrevistas Colectivas a Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	505
1.2- Práticas de Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	507
1.2.1- <u>Leitura dos Resultados das Entrevistas a Professoras com Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	509
1.2.2- <u>Leitura Comparativa dos Resultados das Entrevistas a Professores com Formação Inicial em Linguagem Metafórica</u>	515

2- A METÁFORA E A ANALOGIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	521
2.1- Formação de Professores de Ciências nas Universidades Portuguesas	521
2.2- Formação de Professores na Disciplina de Didáctica das Ciências	536
3- A METÁFORA, A ANALOGIA E OS MANUAIS ESCOLARES	546
3.1 Análise dos Manuais Escolares mais Divulgados	551
3.2 Análise dos Manuais Escolares Adoptados na Escola onde foi Realizado o Estudo	553
3.3- Leitura Comparativa dos Resultados	554
4- A METÁFORA, A ANALOGIA E OS CURRÍCULOS DE CIÊNCIAS	558
4.1- Análise dos Documentos Curriculares Oficiais	561
CONCLUSÃO	570

## Capítulo II

### A METÁFORA, A ANALOGIA E A APRENDIZAGEM

INTRODUÇÃO	573
1- CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS ONDE O ESTUDO FOI REALIZADO	574
1.1- Nível Etário dos Alunos das Três Turmas	574
1.2- Nível de Sucesso Escolar dos Alunos das Três Turmas	576
1.3- Nível Cognitivo dos Alunos das Três Turmas	582
1.4- Nível de Aptidão Verbal dos Alunos das Três Turmas	588
2- CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS PARTICIPANTES NO ESTUDO	595
2.1- Nível Etário e Socioeconómico	595
2.2- Nível de Experiências Anteriores, de Preferências Pessoais e do Meio Envolvente dos Alunos	598
2.3- Nível de Sucesso Escolar	606
2.4- Nível de Criatividade	608
2.5- Nível Cognitivo	613
2.6- Nível de Aptidão Verbal	614
2.7- Capacidade de Iniciativa e de Resolução de Problemas	615
3- A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ÁTOMO	620
3.1- A Analogia do Modelo do Átomo de Bohr com o Sistema Solar	620
3.2 - As Aulas Leccionadas	626
3.2.1- <u>Modelo Didáctico da Utilização da Metáfora e da Analogia</u>	629
3.2.2- <u>Proposta de Taxionomia da Metáfora e da Analogia segundo Comportamentos Cognitivos</u>	631
3.3- A Avaliação das Aulas Leccionadas	634
3.3.1- <u>A Avaliação das Aulas Feita pelos Alunos</u>	634

3.3.2- <u>A Avaliação das Aulas Feita pelas Professoras das Turmas</u>	639
3.4- A Aprendizagem do Conceito de Átomo	641
3.4.1- <u>O Conceito Prévio de Átomo</u>	644
3.4.2- <u>O Conceito de Átomo Após a Sequência de Aula</u>	644
3.4.3- <u>Metáforas e Analogias Geradas pelos Alunos</u>	651
3.4.4- <u>Mecanismos Metacognitivos sobre a Aprendizagem do Conceito de Átomo</u>	655
CONCLUSÃO	656

## CONCLUSÃO GERAL

1- CONCLUSÕES DA INVESTIGAÇÃO TEÓRICA/ EMPÍRICA	661
1.1- A Metáfora, a Analogia e o Ensino	662
1.2- A Metáfora, a Analogia e a Formação de Professores	668
1.3- A Metáfora, a Analogia e os Manuais Escolares	674
1.4- A Metáfora, a Analogia e os Currículos	676
1.5- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem	677
2- LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO	684
3- IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS	687
4- RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS POSTERIORES	690
4.1- A Metáfora, a Analogia e a Cognição	691
4.2- A Metáfora, a Analogia e o Ensino	695
4.3- A Metáfora, a Analogia e a Formação de Professores	698
4.4- A Metáfora, a Analogia e os Manuais Escolares	700
4.5- A Metáfora, a Analogia e os Currículos	702
4.6- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem	702

## BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS	709
BIBLIOGRAFIA .	749
ÍNDICE DE AUTORES	775

## ANEXOS

### Volume I

#### ANEXOS DA INVESTIGAÇÃO TEÓRICA

Glossário de Termos	791
---------------------	-----

#### ANEXOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

ANEXO A - Caracterização, Contexto e Instrumentos Metodológicos da Investigação Empírica	807
ANEXO B - Tratamento dos Dados: A Metáfora, a Analogia e as Práticas dos Professores	809
ANEXO C - Tratamento dos Dados: A Metáfora, a Analogia e a Formação de Professores	843
ANEXO D - Tratamento dos Dados: Caracterização das Turmas onde o Estudo foi Realizado	861
ANEXO E - Tratamento dos Dados: Caracterização dos Alunos Seleccionados para Aprofundamento da Investigação	878
ANEXO F - Tratamento dos Dados: A Aprendizagem do Conceito de Átomo	895
ANEXO G - Critérios de Avaliação e Avaliação Escrita das Aulas Leccionadas Apresentada pelas Professoras das Turmas onde o Estudo foi Realizado	921
ANEXO H - Tratamento Estatístico dos Dados	925

### Volume II

#### ANEXOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

ÍNDICE DO VOLUME II	V
ANEXO A- GUIÕES DE ENTREVISTAS	7
ANEXO B - QUESTIONÁRIOS	15
ANEXO C- FICHAS	27
ANEXO D- MAPA DE CONCEITOS	35
ANEXO E - METÁFORAS E ANALOGIAS GRÁFICAS UTILIZADAS NAS AULAS	89
ANEXO F- MATERIAIS BUROCRÁTICOS	113

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Faseamento do Estudo Empírico	134
<b>Quadro 2</b> - Documentos Curriculares Analisados	559
<b>Quadro 3</b> - Tabela Classificativa da Aptidão verbal	588
<b>Quadro 4</b> - Aptidão Verbal Acima e Abaixo da Média. Alunos das Três Turmas	590
<b>Quadro 5</b> - Relação entre o Sucesso Escolar em Física-Química e a Classificação em Aptidão Verbal e em Nível Cognitivo dos Alunos na Fase Transicional	594
<b>Quadro 6</b> - Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Profissão dos Pais	596
<b>Quadro 7</b> - Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto às Habilitações Acadêmicas dos Pais	597
<b>Quadro 8</b> - Classificações dos Alunos Seleccionados na Disciplina de Física-Química nos Períodos Escolares Anteriores ao Estudo	607
<b>Quadro 9</b> - Resultados Totais Comparados de Todos os Alunos das Três Turmas	610
<b>Quadro 10</b> - Nível Cognitivo dos Alunos Seleccionados para o Estudo	614
<b>Quadro 11</b> - Nível de Aptidão Verbal dos Alunos Seleccionados para o Estudo	615
<b>Quadro 12</b> - Caracterização Global dos Alunos Seleccionados da Turma A	619
<b>Quadro 13</b> - Caracterização Global dos Alunos Seleccionados da Turma B	619
<b>Quadro 14</b> - Caracterização Global dos Alunos Seleccionados da Turma C	619
<b>Quadro 15</b> - Proposta de Taxionomia da Metáfora e da Analogia Segundo Comportamentos Cognitivos	633
<b>Quadro 16</b> - Resultados do Mapa de Conceitos Elaborado pela Perita	643
<b>Quadro 17</b> - Pontuação Total Obtida pelos Alunos de Cada Turma Antes e Após a Sequências das Aulas	649
 <b>Quadro A-1</b> - Calendário Semanal das Aulas Leccionadas	 807
<b>Quadro A-2</b> - Caracterização do Grupo de Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	807
<b>Quadro A-3</b> - Caracterização do Grupo de Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	808
<b>Quadro A-4</b> - Insucesso Escolar por Ano de Escolaridade, em 1992/93, na Escola onde o Estudo foi Realizado	808

<b>Quadro B-1</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	809
<b>Quadro B-2</b> - Utilidade da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	810
<b>Quadro B-3</b> - Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	811
<b>Quadro B-4</b> - Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	812
<b>Quadro B-5</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos na Opinião dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	813
<b>Quadro B-6</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica Relacionada com o Nível Etário dos Alunos	814
<b>Quadro B-7-</b> Metáfora, Analogia e o Trabalho Realizado na Sala de Aula pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	815
<b>Quadro B-8</b> - Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	816
<b>Quadro B-9</b> - Problemas Referidos pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva	817
<b>Quadro B-10</b> - Formação de Professores em Linguagem Metafórica	818
<b>Quadro B-11</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	818
<b>Quadro B-12</b> - Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	820
<b>Quadro B-13</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos na Opinião dos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	821
<b>Quadro B-14</b> - Metáfora, Analogia e o Trabalho Realizado pelos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	822

<b>Quadro B-15</b> - Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	823
<b>Quadro B-16</b> - Problemas Referidos pelos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva	824
<b>Quadro B-17</b> - Formação de Professores de Biologia/Geologia em Linguagem Metafórica	825
<b>Quadro B-18</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	826
<b>Quadro B-19</b> - Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica de Física/Química	828
<b>Quadro B-20</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos na Opinião dos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	829
<b>Quadro B-21</b> - Trabalho Realizado na Sala de Aula pelos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	831
<b>Quadro B-22</b> - Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica	832
<b>Quadro B-23</b> - Problemas Referidos pelos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva	833
<b>Quadro B-24</b> - Formação de Professores de Física/Química em Linguagem Metafórica	834
<b>Quadro B-25</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	835
<b>Quadro B-26</b> - Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	836
<b>Quadro B-27</b> - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica e o Nível Etário dos Alunos	836

<b>Quadro B-28</b> - Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	837
<b>Quadro B-29</b> - Metáfora, Analogia e o Trabalho Realizado na Sala de Aula pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	838
<b>Quadro B-30</b> - Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	839
<b>Quadro B-31</b> - Atitude dos Alunos Segundo a Opinião dos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	840
<b>Quadro B-32</b> - Problemas Detectados pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	840
<b>Quadro B-33</b> - Influência dos Manuais Escolares na Escolha das Metáforas e/ou Analogias Utilizadas na Prática Lectiva dos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	841
<b>Quadro B-34</b> - Impacto da Formação Inicial na Prática Lectiva dos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica	842
<b>Quadro C-1</b> - Frequência e Percentagem da Utilização da Linguagem Metafórica pelos Professores Universitários	843
<b>Quadro C-2</b> - Frequências e Percentagens da Utilização da Linguagem Metafórica por Tipo de Universidade	843
<b>Quadro C-3</b> - Frequências e Percentagens dos Questionários Enviados e Recebidos dos Professores Universitários	844
<b>Quadro C-4</b> - Frequências e Percentagens de Respostas dos Professores Universitários por Tipos de Universidades	845
<b>Quadro C-5</b> - Frequências e Percentagens de Quebras de Respostas dos Professores Universitários por Tipos de Universidades	845
<b>Quadro C-6</b> - Frequências e Percentagens de Respostas dos Professores Universitários por Áreas Disciplinares	845
<b>Quadro C-7</b> - Frequências e Percentagens de Quebras de Respostas dos Professores Universitários por Áreas Disciplinares	846
<b>Quadro C-8</b> - Razões da Não Utilização da Linguagem Metafórica pelos Professores Universitários nas Disciplinas de que são Responsáveis	846
<b>Quadro C-9</b> - Frequências e Percentagens de Respostas Justificativas da Não Utilização da Linguagem Metafórica pelos Professores Universitários nas Disciplinas que são Responsáveis	847



<b>Quadro C-10</b> - Razões de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis	847
<b>Quadro C-11</b> - Frequências e Percentagens das Respostas Justificativas das Razões de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis	848
<b>Quadro C-12</b> - Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis	848
<b>Quadro C-13</b> - Frequências e Percentagens de Respostas Justificativas das Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis	849
<b>Quadro C-14</b> - Razões e Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas de que os Professores Universitários são Responsáveis	849
<b>Quadro C-15</b> - Frequências e Percentagens da Utilização da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários	850
<b>Quadro C-16</b> - Frequências e Percentagens das Expectativas do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários	851
<b>Quadro C-17</b> - Frequências e Percentagens das Expectativas sobre os Objectivos do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários	851
<b>Quadro C-18</b> - Frequências e Percentagens da Utilização de Linguagem Metafórica e Expectativas do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários	852
<b>Quadro C-19</b> - Frequências e Percentagens das Razões da Não Utilização da Linguagem Metafórica, Expectativas do Uso por Níveis de Ensino e Respectivos Objectivos de Utilização Segundo a Opinião dos Professores Universitários	853
<b>Quadro C-20</b> - Frequências e Percentagens das Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica e das Expectativas do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários	854
<b>Quadro C-21</b> - Motivações Pessoais para Trabalhar a Linguagem Metafórica dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica das Ciências.	855
<b>Quadro C-22</b> - Metáfora e Analogia e o Trabalho Realizado dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica das Ciências.	856

<b>Quadro C-23</b> - Modo de Realização do Trabalho Utilizando a Linguagem Metafórica pelos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica das Ciências.	857
<b>Quadro C-24</b> - Função da Linguagem Metafórica Segundo a Opinião dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica das Ciências.	858
<b>Quadro C-25</b> - Percepção da Utilização da Linguagem Metafórica no Processo de Ensino-Aprendizagem no Ensino Não Superior Segundo a Opinião dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica das Ciências	859
<b>Quadro C-26</b> - Avaliação do Trabalho Realizado pelos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica das Ciências.	860
<b>Quadro D-1</b> - Idades dos Alunos das Três Turmas	861
<b>Quadro D-2</b> - Classificações do 1º e 2º Período na Disciplina de Física-Química dos Alunos das Três Turmas	861
<b>Quadro D-3</b> - Resultados do Questionário GALT na Turma A	863
<b>Quadro D-4</b> - Resultados do Questionário GALT na Turma B	864
<b>Quadro D-5</b> - Resultados do Questionário GALT na Turma C	865
<b>Quadro D-6</b> - Comparação por Operação Lógica das Respostas Dadas ao Questionário GALT pelos Alunos das Três Turmas	866
<b>Quadro D-7</b> - Comparação dos Resultados Médios Obtidos por Alunos nos EUA (A) e os Obtidos Neste Estudo (P) para Cada Questão do Questionário GALT	866
<b>Quadro D-8</b> - Resultados da Aptidão Verbal dos Alunos das Três Turmas	867
<b>Quadro D-9</b> - Aptidão Verbal por Níveis. Alunos das Três Turmas	868
<b>Quadro E-1</b> - Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Idade, Profissão e Habilitações Académicas dos Pais - Turma A	869
<b>Quadro E-2</b> - Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Idade, Profissão e Habilitações Académicas dos Pais - Turma B	870
<b>Quadro E-3</b> - Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Idade, Profissão e Habilitações Académicas dos Pais - Turma C	870
<b>Quadro E-4</b> - Respostas dos Alunos Seleccionados para o Estudo da Turma A às Questões Fechadas do Questionário	871
<b>Quadro E-5</b> - Razões de Gostar ou Não das Aulas de Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma A	872

<b>Quadro E-6</b> - Razões de Gostar ou Não das Aulas de Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma A	872
<b>Quadro E-7</b> - Facilidades e Dificuldades em Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma A	872
<b>Quadro E-8</b> - Facilidades e Dificuldades em Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma A	873
<b>Quadro E-9</b> - Razões de Reprovação nos Anos Anteriores - Alunos Seleccionados da Turma A	873
<b>Quadro E-10</b> - Facilidades e Dificuldades do Uso de Exemplos - Alunos Seleccionados da Turma A	873
<b>Quadro E-11</b> - Respostas dos Alunos Seleccionados para o Estudo da Turma B às Questões Fechadas do Questionário	874
<b>Quadro E-12</b> - Razões de Gostar ou Não das Aulas de Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma B	875
<b>Quadro E-13</b> - Razões de Gostar ou Não das Aulas de Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma B	875
<b>Quadro E-14</b> - Facilidades e Dificuldades em Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma B	876
<b>Quadro E-15</b> - Facilidades e Dificuldades em Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma B	876
<b>Quadro E-16</b> - Razões de Reprovação nos Anos Anteriores - Alunos Seleccionados - Turma B	876
<b>Quadro E-17</b> - Facilidades e Dificuldades com o Uso de Exemplos - Alunos Seleccionados da Turma B	876
<b>Quadro E-18</b> - Respostas dos Alunos Seleccionados para o Estudo da Turma C às Questões Fechadas do Questionário	877
<b>Quadro E-19</b> - Razões de Gostar ou Não das Aulas de Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma C	878
<b>Quadro E-20</b> - Razões de Gostar ou Não das Aulas de Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma C	878
<b>Quadro E-21</b> - Facilidades e Dificuldades em Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma C	878
<b>Quadro E-22</b> - Facilidades e Dificuldades em Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma C	879
<b>Quadro E-23</b> - Razões de Reprovação nos Anos Anteriores - Alunos Seleccionados da Turma C	879

<b>Quadro E-24</b> - Facilidades e Dificuldades com o Uso de Exemplos - Alunos Seleccionados da Turma C	879
<b>Quadro E-25</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Cátia	880
<b>Quadro E-26</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Mário	880
<b>Quadro E-27</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Paulo	881
<b>Quadro E-28</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Vera	882
<b>Quadro E-29</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Flôr	883
<b>Quadro E-30</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Marco	883
<b>Quadro E-31</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Maria	884
<b>Quadro E-32</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Rui	885
<b>Quadro E-33</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Carla	885
<b>Quadro E-34</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Pedro	886
<b>Quadro E-35</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Sara	887
<b>Quadro E-36</b> - Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Sérgio	888
<b>Quadro E-37</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Cátia	889
<b>Quadro E-38</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Mário	889
<b>Quadro E-39</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Paulo	889
<b>Quadro E-40</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Vera	890
<b>Quadro E-41</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Flôr	890

<b>Quadro E-42</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Marco	890
<b>Quadro E-43</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Maria	891
<b>Quadro E-44</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Rui	891
<b>Quadro E-45</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Carla	891
<b>Quadro E-46</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Pedro	892
<b>Quadro E-47</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Sara	892
<b>Quadro E-48</b> - Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Sérgio	892
<b>Quadro E-49</b> - Capacidade de Iniciativa e de Resolução de Problemas - Alunos Seleccionados das Três Turmas	893
<b>Quadro F-1</b> - Semelhanças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 1	895
<b>Quadro F-2</b> - Diferenças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 1	896
<b>Quadro F-3</b> - Semelhanças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 2	897
<b>Quadro F-4</b> - Diferenças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 2	899
<b>Quadro F-5</b> - Avaliação, Feita pelos Alunos, do Trabalho Realizado Sobre a Analogia Entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 1	902
<b>Quadro F-6</b> - Avaliação, Feita pelos Alunos, do Trabalho Realizado sobre a Analogia Entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 2	906
<b>Quadro F-7</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Diferenças em Relação às Aulas Anteriores - Turma A	907
<b>Quadro F-8</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Aspectos Mais Significativos - Turma A	908

<b>Quadro F-9</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Impacto da Linguagem Utilizada - Turma A	908
<b>Quadro F-10</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Diferenças em Relação às Aulas Anteriores - Turma B	909
<b>Quadro F-11</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Aspectos Mais Significativos - Turma B	909
<b>Quadro F-12</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Impacto da Linguagem Utilizada - Turma B	909
<b>Quadro F-13</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Diferenças em Relação às Aulas Anteriores - Turma C	910
<b>Quadro F-14</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Aspectos Mais Significativos - Turma C	910
<b>Quadro F-15</b> - Avaliação das Aulas Leccionadas - Impacto da Linguagem Utilizada - Turma C	911
<b>Quadro F-16</b> - Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados da Turma A Antes da Sequência das Aulas	912
<b>Quadro F-17</b> - Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados da Turma B Antes da Sequência das Aulas	912
<b>Quadro F-18</b> - Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados da Turma C Antes da Sequência das Aulas	913
<b>Quadro F-19</b> - Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados da Turma A Após a Sequência das Aulas	913
<b>Quadro F-20</b> - Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados da Turma B Após a Sequência das Aulas	914
<b>Quadro F-21</b> - Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados da Turma C Após a Sequência das Aulas	914
<b>Quadro F-22</b> - Comparação dos Resultados entre o 1º e 2º Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados das Três Turmas	915
<b>Quadro F-23</b> - Comparação dos Resultados Obtidos pelos Alunos Seleccionados para o Estudo Após a Sequência das Aulas com o Resultado Padrão	915
<b>Quadro F-24</b> - Metáforas e/ou Analogias Geradas pelos Alunos Seleccionados da Turma A	915
<b>Quadro F-25</b> - Metáforas e/ou Analogias Geradas pelos Alunos Seleccionados da Turma B	916

<b>Quadro F-26 - Metáforas e/ou Analogias Geradas pelos Alunos Seleccionados da Turma C</b>	916
<b>Quadro F-27 - Razões Apresentadas pelos Alunos Seleccionados da Turma A Justificativas da Elaboração dos Mapas de Conceitos</b>	917
<b>Quadro F-28 - Razões Apresentadas pelos Alunos Seleccionados da Turma B Justificativas da Elaboração dos Mapas de Conceitos</b>	918
<b>Quadro F-29 - Razões Apresentadas pelos Alunos Seleccionados da Turma C Justificativas da Elaboração dos Mapas de Conceitos</b>	919
<b>Quadro H-1 - Sucesso Escolar no 1º Período Escolar</b>	925
<b>Quadro H-2 - Sucesso Escolar no 2º Período Escolar</b>	926
<b>Quadro H-3 - Questionário GALT</b>	927
<b>Quadro H-4 - Questionário DAT</b>	928
<b>Quadro H-5 - Pré - Post Teste - Turma A</b>	929
<b>Quadro H-6 - Pré - Post Teste - Turma B</b>	930
<b>Quadro H-7 - Pré - Post Teste - Turma C</b>	931





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Número de professores universitários que fazem formação inicial em LM	525
<b>Gráfico 2</b> - Formação inicial em LM nas universidades clássicas e novas	525
<b>Gráfico 3</b> - Formação inicial em LM nas diferentes áreas disciplinares	526
<b>Gráfico 4</b> - Razões da não formação em LM	527
<b>Gráfico 5</b> - Razões de trabalhar a LM	528
<b>Gráfico 6</b> - Formas de trabalhar a LM	529
<b>Gráfico 7</b> - Utilização da LM por níveis de ensino	532
<b>Gráfico 8</b> - Expectativas do uso da LM por níveis de ensino	532
<b>Gráfico 9</b> - Expectativas sobre os objectivos do uso da LM	533
<b>Gráfico 10</b> - Idades dos alunos das três turmas	575
<b>Gráfico 11</b> - Classificações do 1º e 2º período na disciplina de Física-Química da turma A	577
<b>Gráfico 12</b> - Classificações do 1º e 2º período na disciplina de Física-Química da turma B	577
<b>Gráfico 13</b> - Classificações do 1º e 2º período na disciplina de Física-Química da turma C	578
<b>Gráfico 14</b> - Resultados do questionário Galt na turma A	582
<b>Gráfico 15</b> - Resultados do questionário Galt na turma B	583
<b>Gráfico 16</b> - Resultados do questionário Galt na turma C	583
<b>Gráfico 17</b> - Comparação por operação lógica das respostas dadas pelos alunos das três turmas	585
<b>Gráfico 18</b> - Comparação dos resultados médios obtidos por alunos nos EUA e os obtidos neste estudo para cada questão do questionário GALT	586
<b>Gráfico 19</b> - Aptidão verbal dos alunos da turma A	589

<b>Gráfico 20</b> - Aptidão verbal dos alunos da turma B	589
<b>Gráfico 21</b> - Aptidão verbal dos alunos da turma C	590
<b>Gráfico 22</b> - Aptidão verbal por níveis. Alunos das três turmas	591
<b>Gráfico 23</b> - Nível de fluência dos alunos seleccionados das três turmas	611
<b>Gráfico 24</b> - Nível de flexibilidade dos alunos seleccionados das três turmas	611
<b>Gráfico 25</b> - Nível de originalidade dos alunos seleccionados das três turmas	612
<b>Gráfico 26</b> - Nível de elaboração dos alunos seleccionados das três turmas	612
<b>Gráfico 27</b> - Comparação dos resultados obtidos no 1º e no 2º mapas de conceitos elaborados pelos alunos seleccionados das três turmas com o resultado padrão	645
<b>Gráfico 28</b> - Resultados por categoria de análise obtidos no 1º mapa e no 2º mapa de conceitos pelos alunos seleccionados da turma A	648
<b>Gráfico 29</b> - Resultados por categoria de análise obtidos no 1º mapa e no 2º mapa de conceitos pelos alunos seleccionados da turma B	648
<b>Gráfico 30</b> - Resultados por categoria de análise obtidos no 1º mapa e no 2º mapa de conceitos pelos alunos seleccionados da turma C	649
<b>Gráfico 31</b> - Comparação dos resultados obtidos pelos alunos seleccionados das três turmas na elaboração do 2º mapa de conceitos com o resultado padrão	650

# **INTRODUÇÃO GERAL**



## 1- DAS MOTIVAÇÕES PESSOAIS AO OBJECTO DE INVESTIGAÇÃO

Um olhar sobre o meu percurso de vida pessoal e profissional remete-me para a constatação de uma vivência baseada na curiosidade e numa postura de questionamento constante na procura incessante da compreensão do mundo. Do meu mundo e do mundo dos fenómenos e das pessoas. Desde cedo me deixei encantar pela diversidade das dimensões envolvidas nos processos experienciais complexos.

A escolha do curso de Biologia, feita nos primórdios da manipulação genética e da Ecologia como área interventora social, considerada, na altura, a ciência do futuro, já estava, constato hoje, enformada desse espírito de vontade de saber o porquê e o como é que o mundo e os seres funcionam, se interrelacionam e como a Ciência pode intervir na sociedade.

Mais tarde, como profissional de Educação, e sujeita, por escolha própria, a experiências profissionais em campos de actuação diversificados, de micro e macrosistema, como o ensino, a formação de professores desde o pré-escolar até ao universitário, a administração, a formação de formadores do ensino profissional e a intervenção em projectos de investigação/formação/acção nacionais e internacionais, acompanhou-me sempre a consciência da influência dramática que, em maior ou menor grau, o insucesso profissional e escolar gravava nos agentes envolvidos, principalmente quando se tratava das suas implicações na vida de jovens e, consequentemente, das respectivas famílias.

A inovação pedagógica, tema geral da minha tese de Mestrado, pretendia ser um encontrar de formas de ruptura com os mecanismos tradicionais de ensino-

aprendizagem e uma orientação para o sucesso através da experiência de processos de mudança. Nessa altura, em que a investigação norte americana nas áreas das ciências se encontrava ainda dominada pelo paradigma quantitativo, a persistência em fazer uma tese com metodologia qualitativa tinha, subjacente, a necessidade da compreensão global dos fenómenos do ensino e da aprendizagem.

Passado o entusiasmo pelas grandes rupturas e pelas grandes inovações, mas continuando a acreditar na Educação e na Ciência como formas de desenvolvimento e de democraticidade e mantendo-se o entusiasmo pelo acto educativo nas suas vertentes interdisciplinares, comecei a tomar atenção àquilo que é a base mais comum e o princípio de qualquer tipo de relação: a linguagem.

Comecei a estar atenta às relações entre a aprendizagem científica e a linguagem de professores e alunos e foi crescendo o meu interesse pelo que acontecia na sala de aula de ciências. Tornou-se claro que a linguagem em geral, e na aprendizagem da ciência em particular, era uma primeira fonte de desenvolvimento ou de discriminação.

A linguagem funcionava como blocos de construção do conhecimento que professores e alunos utilizavam sem estarem conscientes que estavam a ser eles próprios os "arquitectos do futuro", construindo ou impedindo a construção do "edifício" do seu próprio saber.

A procura do conhecimento, numa primeira fase de leitura aleatória de literatura existente, permitiu-me compreender que o que eu pensava ser natural e intuitivo era, afinal, extremamente complexo com enormes implicações no ensino-aprendizagem das ciências.

A literatura sobre a relação entre a linguagem e Didáctica das ciências era quase inexistente em Portugal e nos outros países bastante reduzida. Voltou então a renascer a curiosidade pelo desconhecido, pela compreensão dos fenómenos pouco explicados, principalmente aqueles que afectam na globalidade as pessoas, e a vontade de intervir profissionalmente numa perspectiva de mudança.

Subjacente à minha escolha da problemática em estudo neste trabalho esteve sempre a vontade de explorar e conhecer aquilo que me era menos evidente e que, de alguma forma, me atraía. Foi assim que me decidi por um campo de conhecimento até aí completamente desconhecido para mim, possuidora de uma formação inicial enquadrada pelas ciências naturais.

Apesar desta dissertação ter terminado, o meu interesse pelo tema não esmoreceu e do mistério só foi levantada a ponta do véu. Continua a maravilhar-me o mistério cognitivo e interpessoal do simples mecanismo biológico, conseguido pelo aparelho fonador e respectiva ligação ao cérebro que, conjuntamente com o conhecimento de determinadas estruturas e alguns milhares de palavras, é suficiente para comunicar, reflectir, agir e fazer os outros agir, exprimir sentimentos, ideias, factos e emoções. percebidas e compreendidas por toda uma comunidade, grupo ou classe, a que se pertence. O uso desse sistema aparentemente simples permite ainda a capacidade de dominar, problematizar e resolver problemas, ensinar, aprender, pensar e, sobretudo, construir o conhecimento.

A minha primeira motivação ao empreender esta investigação foi tentar compreender porque é que a linguagem científica é o veículo principal e também o principal obstáculo no ensino e na aprendizagem da Ciência. Da

linguagem científica à metafórica foi um pequeno passo reflexivo. A menos que se compreenda os traços específicos dessa linguagem, não se pode remover as dificuldades que o seu uso inadvertido, inevitavelmente, provoca. Vezes sem conta pude constatar, como supervisora de aulas de ciências, no que me era dado a observar, como facilmente tanto professores como alunos se debatiam perante as dificuldades provocadas pela utilização, produção e compreensão da metáfora e da analogia, nessas mesmas aulas.

Essa constatação tornou-se ainda mais relevante quando inferimos, como eu o fiz, que os professores não pareciam conscientes da complexidade desse registo discursivo e dos problemas que a inadequada utilização dessa linguagem levanta. Para os jovens professores de ciências, que têm dificuldades com a linguagem no seu trabalho, observámos repetidamente que este tipo de linguagem se transformava num obstáculo real.

Por consequência, assistia-se a um duplo movimento: por um lado, a banalização da linguagem no próprio discurso, por outro lado, a sua desvalorização como instrumento cognitivo por excelência.

A escolha do paradigma epistemológico que enforma o desenvolvimento do processo de investigação agora apresentado resultou da confluência de várias vertentes. Por um lado, por definição do meu perfil pessoal, seria discrepante a escolha de um modelo epistemológico que ignorasse a constante interacção das várias dimensões dos fenómenos em estudo. Por outro lado, a consciência nítida da cada vez maior relevância dada à consideração da complexidade e da característica multifacetada da realidade em estudo, só poderia indiciar a preferência pelo recurso a um modelo interpretativo dessa mesma realidade.



Completada esta fase do meu percurso pessoal e profissional restam-me agora, como desafio, todas aquelas questões para as quais ainda não tenho resposta, e que foram surgindo ao longo deste trabalho.

## 2- ORGANIZAÇÃO GERAL DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO

Enquadrado por uma **Introdução Geral** inicial e uma **Conclusão Geral** final, organizou-se este trabalho de investigação em três partes subdivididas em capítulos e sub-capítulos:

**I Parte** - Percurso Heurístico e Enquadramento da Investigação

**II Parte** - Construção do Quadro Referencial Teórico

**III Parte** - Estudo Empírico

São, também, apresentadas a **Bibliografia** e vários **Anexos**.

Na **Introdução Geral** refere-se o percurso de vida pessoal que conduziu ao objecto da investigação. Esta escolha está em concordância com o paradigma constructivista que se optou, nesta investigação, porque se acredita que se atinge o significado do conhecimento novo a partir dos conhecimentos e experiências anteriores reflectidas, assimiladas e reconstruídas pelo sujeito. Tentou-se, assim, que este estudo tivesse um significado pessoal, seguindo uma linha de coerência entre e acção e o pensamento baseado naquilo que se acredita ser o processo de aprendizagem.

Na **I Parte** deste trabalho pretendeu-se enquadrar globalmente toda a investigação efectuada. Com este objectivo definiu-se a problemática nas suas várias vertentes, nomeadamente as concepções orientadoras da investigação, e justificou-se a relevância do estudo. Descreveu-se o percurso heurístico percorrido na investigação, definiu-se o plano metodológico e caracterizou-se

o contexto do terreno da investigação empírica e os instrumentos metodológicos utilizados. Assim, nesta I Parte, organizaram-se os seguintes três capítulos:

**Capítulo I** - Problemática, Plano Geral e Relevância da Investigação

**Capítulo II** - Percurso Heurístico do Projecto de Investigação

**Capítulo III** - Caracterização, Contexto e Instrumentos Metodológicos da Investigação Empírica.

Na **II Parte** deste trabalho tentou-se construir um quadro referencial teórico, lógico e rigoroso, pela compreensão das dinâmicas ideológicas que envolvem a problemática da metáfora, da analogia e a construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem, ultrapassando-se uma mera revisão analítica da literatura existente. Procurou-se fazer um enquadramento teórico do trabalho empírico ao qual se pudesse referenciar as questões da investigação empírica, a escolha de instrumentos de recolha de dados e de observação, bem como a leitura interpretativa dos resultados. A parte teórica constituiu, por ela própria, uma fase importante da investigação.

Devido à extensão de campos teóricos que se interrelacionam na tentativa de contribuir para o esclarecimento da problemática que se pretendeu estudar e devido ao carácter iniciador do estudo (o que implicou a inexistência dum quadro teórico já bem definido) houve necessidade de escolher e aprofundar aqueles campos teóricos que pudessem contribuir para a compreensibilidade do objecto de estudo e enquadrassem o estudo na sua globalidade, rejeitando outras temáticas extremamente interessantes, mas não tão relevantes para essa compreensibilidade. Assim, e baseado nas perspectivas teóricas actuais que reconhecem que a metáfora e a analogia não são só um fenómeno de linguagem mas desempenham um papel importante na cognição, na

aprendizagem, na educação e nas fases iniciais das teorias científicas, optou-se por investigar os conhecimentos já existentes no campo, relacionados com a própria metáfora e analogia, com a cognição, com o ensino, com a Ciência e com a aprendizagem. Nesta perspectiva, na II Parte desta investigação organizaram-se os seguintes quatro capítulos:

**Capítulo I** - Perspectivas da Metáfora e da Analogia

**Capítulo II** - A Metáfora, a Analogia e a Cognição

**Capítulo III** - A Metáfora, a Analogia como Função Heurística

**Capítulo IV** - A Metáfora, a Analogia e o Ensino

A III Parte desta investigação relacionada com o estudo empírico foi organizada nos dois seguintes capítulos:

**Capítulo I** - A Metáfora, a Analogia e o Ensino

**Capítulo II** - A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem

Na realidade o estudo empírico foi realizado em três fases. A **1ª fase do estudo empírico** - O Estudo Preliminar e Exploratório - foi caracterizada por uma análise das práticas para confirmar da relevância e pertinência da investigação, para procurar a sistematização e a definição de linhas orientadoras do estudo e de campos de análise. Não se apresenta o conjunto dos dados recolhidos nem o seu tratamento, nesta 1ª fase, por se achar de pouca relevância no quadro da investigação global realizada.

Na **2ª fase do estudo empírico** que constitui o **Capítulo I** - A Metáfora, a Analogia e o Ensino, investigou-se a relação entre a LM e os elementos fundamentais de ensino, nomeadamente as práticas dos professores de ciências em sala de aula e a formação inicial de professores, assim como foram analisados os manuais escolares e os currículos das disciplinas tradicionalmente consideradas nas ciências, de modo a compreender a

realidade portuguesa. Apresentam-se os resultados que são lidos e interpretados á luz do quadro referencial teórico e das concepções pessoais, tendo como linha orientadora de análise os objectivos, pressupostos, hipóteses e questões de investigação definidas.

O estudo empírico, na sua **3ª fase**, que constitui o **Capítulo II - A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem**, é centrada nos alunos e teve lugar na sala de aula. Numa primeira etapa, investigou-se as dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação à utilização de uma analogia, construindo-se material didáctico (ficha de trabalho) apropriado. Numa segunda etapa, leccionou-se uma sequência de aulas utilizando-se vários tipos de metáforas e de analogias. Organizou-se uma taxionomia segundo comportamentos cognitivos e construiu-se um modelo de ensino em que se pretendeu que os alunos tomassem a responsabilidade da sua aprendizagem, construindo o seu conhecimento pela criação do significado próprio, reestruturando ideias através dum processo de “negociações de significado” (Dormolen, 1991). Fez-se a exploração didáctica da metáfora e da analogia utilizadas em duas turmas, apresentando os alunos de uma dessas turmas dificuldades de aprendizagem. Numa outra turma utilizou-se, mas não se explorou didacticamente, a metáfora e a analogia. Avaliaram-se os resultados, utilizando mapas de conceitos antes e depois da leccionação das aulas. Para aprofundar os mecanismos cognitivos da aprendizagem, escolheram-se doze alunos para a continuação do estudo. Antes das actividades na sala de aula caracterizaram-se pormenorizadamente as turmas e os alunos seleccionados para a continuação do estudo. Não se pretendeu, dos resultados obtidos, fornecer uma simples receita de como utilizar a metáfora e a analogia como mais um instrumento didáctico, mas sim propor uma mudança sobre as

perspectivas do que é o conhecimento científico escolar, a aprendizagem e a função do professor. Tal como aconteceu na segunda fase do estudo empírico, apresentam-se os resultados que são lidos e interpretados á luz do quadro referencial teórico e das concepções pessoais, tendo como linha orientadora de análise os objectivos, pressupostos, hipóteses e questões de investigação definidas.

Reafirma-se que a Didáctica tornou-se, assim, a área científica onde toda a investigação se insere, embora neste estudo se tivesse recorrido, frequentemente, a conhecimentos de outras áreas do saber, nomeadamente da Psicologia Cognitiva e da Filosofia cuja função foi contribuir para a compreensibilidade desta investigação.

Na **Conclusão Geral** teve-se em conta os resultados obtidos nas diferentes etapas do percurso investigativo, tendo como referencial os objectivos, hipóteses de trabalho e questões de investigação enunciados. Estas conclusões têm de ser lidas tendo em conta as limitações do estudo, podendo, contudo, vislumbrar-se importantes implicações educativas e levantar muitas questões, talvez mais ainda do que as existentes no início da investigação, de modo a poderem ser indicadas recomendações para estudos posteriores. Assim, na Conclusão Geral, foram tratados os seguintes aspectos:

- Conclusão da Investigação Teórica/Empírica
- Limitações do Estudo
- Implicações Educacionais
- Recomendações para Estudos Posteriores

A **Bibliografia** engloba, no seu conjunto, não só as **Referências** bibliográficas mas também uma **Bibliografia complementar** que serviu de aprofundamento das temáticas abordadas e o **Índice de Autores** o qual se

refere aos autores trabalhados e referenciados no texto. Este índice permite uma visualização global dos autores que se acharam mais relevantes para a temática em estudo.

Os **Anexos** encontram-se divididos em dois volumes por razões de operacionalidade e de facilidade de consulta.

No **volume I** encontram-se os anexos directamente ligados à leitura do texto base. Estes anexos correspondem à investigação teórica e à empírica. No primeiro caso o anexo é constituído pelo **Glossário** de termos e no segundo caso os anexos correspondem ao tratamento dos dados da investigação empírica. Assim, foram incluídos neste volume os anexos com os quadros que apresentam o tratamento dos dados relacionados com a caracterização e contexto da investigação empírica, a metáfora, a analogia e as práticas dos professores, assim como a metáfora, a analogia e a formação de professores, a caracterização das turmas onde o estudo foi realizado, a caracterização dos alunos participantes no estudo, a aprendizagem do conceito de átomo e a avaliação escrita das aulas leccionadas, apresentada pelas professoras das turmas onde o estudo foi realizado.

No **volume II** encontram-se os anexos que serviram de suporte ao trabalho investigativo, como os guiões das entrevistas, os questionários e as fichas administradas, os mapas de conceitos elaborados, os materiais gráficos utilizados nas aulas e os materiais relacionados com questões burocráticas.

# **I PARTE**

## **Percurso Heurístico e Enquadramento Metodológico da Investigação**





## Capítulo I

# PROBLEMÁTICA, PLANO GERAL E RELEVÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO

## INTRODUÇÃO

O estudo da linguagem tem sido objecto de muitas investigações em diversas áreas do saber: Filósofos, Neurofisiologistas, Linguistas, Sociólogos e Psicólogos, entre outros, têm-se debruçado sobre a linguagem. Em todas estas áreas de investigação se encontram propostas teóricas que contribuem para uma compreensão do papel da linguagem na construção e funcionamento da estrutura cognitiva, condição necessária para a aprendizagem.

A faculdade mental de aprender, desenvolver e usar qualquer das versões sociais do sistema especial de signos, a que se chama *linguagem*, é uma capacidade especificamente humana que nos distingue radicalmente das outras espécies. Todos os atributos cognitivos, individuais ou colectivos, que associamos à condição humana, estão intrinsecamente relacionados com a linguagem: o raciocínio, a atenção voluntária, a memória lógica, a percepção consciente, a criatividade, a resolução de problemas e a aprendizagem. A linguagem torna-se, assim, como se tentará explicitar seguidamente, a matriz da existência do ser humano enquanto autor do seu próprio destino, constituinte e destinatário de um projecto cultural. O estudo da linguagem, na perspectiva da construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem, torna-se relevante e central no plano investigativo deste trabalho.

## 1- PROBLEMÁTICA SOBRE A METÁFORA, A ANALOGIA E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM

De um ponto de vista biológico, a criação e fundamento da linguagem que utilizamos, trata-se, manifestamente, de uma capacidade que tem as suas raízes no nosso património genético e que é regulada, em parte, pela maturação do sistema nervoso, em particular do cérebro. Uma criança sem patologias, nascida e criada no seio de uma qualquer comunidade humana, adquire facilmente e em poucos anos a linguagem dos adultos que a rodeiam, sem necessidade de um ensino específico. De forma semelhante, as sub-linguagens específicas, como a linguagem científica que a criança adquire, os seus princípios e regras subjacentes, dependem da comunidade em que se insere, bem como dos processos e dos ritmos de aprendizagem.

### 1.1- A Linguagem e a Construção do Conhecimento

A investigação científica sobre a linguagem e a sua manifestação individual, nomeadamente a linguagem verbal, nos seus aspectos neurológicos, psicológicos, sociológicos, antropológicos, além, bem entendido, dos aspectos semiológicos “clássicos” (nas suas componentes: fonética e fonologia, morfologia, sintaxe, semântica e pragmática), tem conhecido, nas últimas décadas, avanços substanciais não raro surpreendentes e, por vezes, revolucionários (no sentido que Thomas Kuhn emprestou a este termo).

Segundo Herculano de Carvalho (1975) a linguagem tem duas funções primordiais: uma função interna, associada à sua contribuição para a construção do conhecimento, e a função externa, associada à sua função de comunicação, através da utilização do discurso.

A didáctica das ciências tem, tradicionalmente, dado ênfase apenas à segunda dessas funções, a função de comunicação. Consequentemente, o capital de conhecimento desenvolvido sobre a primeira das funções da linguagem, a aquisição do conhecimento, não tem sido mobilizada nem transposta para o contexto da didáctica das ciências. Estranhamente, esta é uma situação generalizada quando se trata de aplicações práticas ou cruzamentos interdisciplinares oriundos da investigação.

Torna-se mais difícil, assim, construir uma cultura científica e despertar novas vocações científicas entre as camadas mais jovens, entabular um diálogo produtivo com os professores, com o público e com os poderes institucionais, e suscitar a “massa crítica” necessária à existência e reprodução auto-sustentada de uma comunidade científica nacional que não tema ser aferida por critérios de qualidade internacional.

A linguagem será, então, analisada neste estudo não do ponto de vista da análise linguística da fala, do discurso ou da comunicação, nem numa perspectiva filosófica de análise da sua origem, natureza e evolução, mas sim como um fenómeno essencialmente humano, associado à construção do conhecimento, no processo formal de Educação e mais especificamente da Educação em Ciência.

Da mesma forma, considerou-se que a metáfora e a analogia, aqui designadas por Linguagem Metafórica (LM), não devem ser caracterizadas como um fenómeno puramente linguístico, figura de retórica ou, em termos mais gerais, simplesmente como um fenómeno comunicativo, no qual se substitui um termo ou uma frase por uma outra. A linguagem metafórica é considerada como um instrumento cognitivo. Este é um ponto de partida deste trabalho, que se baseia

na concepção que a metáfora e a analogia são um instrumento de poder cognitivo com a potencialidade de provocar uma reorganização de esquemas conceptuais. Esta ideia está de acordo com o que Eva Kittay (1987) considera, utilizando ela própria a seguinte metáfora, quando se refere à função cognitiva da metáfora: "rearranging the furniture of our minds" (p. 314).

Nesta perspectiva, a linguagem metafórica liga-se aos processos e funções cognitivas e metacognitivas, a diferentes níveis, desde a percepção à memória, ao raciocínio, à imaginação, à resolução de problemas e à criatividade. Em particular, como observou Paul Ricoeur (1979), pode-se atribuir um papel específico na produção e transmissão de novas ideias e conceitos:

"Metaphor allows us a glance at the general procedure by which we produce concepts" (p. 147).

ou como Lakoff e Johnson (1980) afirmaram a metáfora pode criar uma nova compreensão do mundo:

"The power of a metaphor to create a reality rather than simply to give us a way of conceptualizing a preexisting reality" (p. 211).

Apesar de todas as potencialidades cognitivas que a metáfora possui, ligadas aos processos e funções cognitivas e às capacidades metacognitivas, tradicionalmente, o uso da metáfora e da analogia no ensino/aprendizagem da Ciência tem sido refutado por ser contrário à natureza própria da Ciência sustentada pelo rigor e pela objectividade. Esta perspectiva provém do conceito que a linguagem figurativa é um mundo à parte da Ciência.

Com os novos contributos provenientes da epistemologia da Ciência, a metáfora e a analogia ganharam novo estatuto. A Ciência, actualmente, não é vista nem como um corpo teórico rígido e imutável com explicações lógicas,

leis e relações dedutíveis entre conceitos, nem a observação dos factos é considerada correspondente ao real. Considera-se, hoje, que há uma interdependência entre os processos linguísticos e a observação directa, sendo contingente a relação de associação entre a experiência e a imediata representação do conhecimento. A metáfora e a analogia tornaram-se, assim, um instrumento heurístico indispensável à construção do pensamento em Ciência:

"a hypothetical construct that reclassifies and understands the concepts in an alternative way" (Black, 1962).

Metáforas e analogias ajudam a pôr em conjunto os dados da observação, tornando mais clara a diferenciação entre o todo e as partes, procurando acontecimentos futuros que possam advir. Por este facto, podem ser impulsionadoras da construção de hipóteses em Ciência (que não são mais que modelos cognitivos). Podem desenvolver o espírito de inquérito científico, surgindo novas previsões, novas demonstrações e experiências, a aprendizagem de novos conceitos ou reinterpretações dos já existentes. Baseando-nos, por exemplo, no pensamento Popperiano, a metáfora e a analogia podem demonstrar a necessidade de refutação de uma teoria, isto é, quais os pontos dessa teoria que precisam de ser modificados ou que "matam" a teoria, fazendo, assim, evoluir o conhecimento científico.

Para comprovar a importância que a metáfora e a analogia tem tido na evolução do conhecimento científico, basta recordar os inúmeros exemplos da História da Ciência (cf. II Parte, Cap. III) como, por exemplo, a tabela periódica de Mendeleev e os 63 elementos do baralho de cartas e as notas musicais divididas em oitavas. Outro exemplo, a metáfora da árvore de vida utilizada por Darwin, para explicar a evolução das espécies ou, ainda, a metáfora usada por

Einstein na sua teoria da relatividade com a analogia do elevador em queda livre de um arranha céus onde físicos iam fazendo experiências, deitando moedas ao ar. A metáfora e a analogia ao explicarem o desconhecido com ajuda do conhecido como, por exemplo, a explicação das leis de Kepler e Galileu pela teoria de Newton, deixaram sempre um resíduo, algo por explicar. No entanto, na evolução da Ciência, essas tentativas levaram a gigantescos sucessos relevantes para o avanço do conhecimento em Ciência.

### 1.2- A Metáfora, a Analogia e a Educação em Ciência

As novas concepções epistemológicas da Ciência tiveram, também, repercussões na aprendizagem e na investigação educativa, validando a eficácia do uso da metáfora e da analogia na Educação em Ciência.

Este estudo, que agora se apresenta, fundamenta-se no princípio educativo da própria construção pessoal do conhecimento, em Ciência. Como Wheathey (1991) afirma “the individuals construct knowledge” (p.13). Considera-se o conceito de aprendizagem como um processo onde o conhecimento prévio dos alunos é modificado pelas interações pessoais e sociais que se estabelecem. Esta perspectiva constructivista da aprendizagem parte da concepção que os alunos retiram o significado das suas próprias experiências, usando o conhecimento prévio para compreender novas ideias, interpretando activamente o que ocorre no ambiente escolar, e que diferentes alunos constroem diferentes concepções a partir da mesma informação.

Consequentemente, os alunos não podem ser sujeitos somente a uma instrução científica. Devem envolver-se na construção do seu próprio conhecimento, no processo complexo de modificar as suas concepções sobre

fenómenos empíricos, serem iniciados no pensamento científico e dominarem uma linguagem científica próxima da comunidade científica.

Considera-se que a aprendizagem em geral e a aprendizagem em Ciência em particular é, pois, baseada nas seguintes duas ideias fundamentais:

(i) aprendizagem é um processo de construção activo por parte de quem aprende; (ii) aprendizagem só é possível se tiver por base o conhecimento, a cultura e a linguagem preexistentes.

Com a inerente capacidade que a metáfora e a analogia possuem de abrir novas perspectivas, vendo o não familiar em termos de familiar e este, simultaneamente, sendo visto de uma nova maneira, e de criar uma anomalia induzindo um conflito cognitivo, podem conduzir a uma aquisição ou a uma mudança conceptual. Assim, a metáfora e a analogia não contribuem só para o crescimento conceptual, mas são, também, um “pivôt” para a mudança conceptual, ou seja, para a construção do conhecimento, porque podem reestruturar o conhecimento anterior e prepará-lo para integrar informação nova.

Nesta perspectiva constructivista do conhecimento, a LM é uma ponte entre o conhecido e o desconhecido. É uma ponte personificada entre uma imagem vivida, à qual determinadas regras se podem aplicar, e o conhecimento novo. Ao mudar o contexto, o indivíduo adquire uma nova ideia onde essas mesmas regras se podem também aplicar. Consequentemente, os professores necessitam conhecer como os alunos relacionam novas informações com as estruturas ou concepções já existentes.

Ao fazer aparecer novos conceitos ou reformular conceitos anteriores, a metáfora e a analogia têm um papel heurístico. Esta função heurística tem enormes implicações educativas na aprendizagem da Ciência, numa perspectiva activa de construção do conhecimento pelos indivíduos que estão a aprender (cf. II Parte, Cap. III). Ao utilizar a metáfora e a analogia na aprendizagem, é necessário deixar que os alunos reorganizem a informação, alterem as suas categorias conceptuais preexistentes, encontrem o seu modo próprio de pensar, desenvolvendo novas e criativas estruturas organizacionais cognitivas que orientem significativamente o seu pensamento, confrontando estereótipos longamente aceites e construindo novos significados. Uma abordagem constructivista para a aquisição ou expansão de conceitos científicos implica reconhecer que a aprendizagem ocorre num meio físico e sociocultural determinado, o que proporciona a cada aluno um conjunto de percepções, experiências pessoais e conhecimentos próprios que podem ser expressos através da LM.

Por outras palavras, pelas suas características, a metáfora e a analogia devem ser deliberadamente utilizadas na aprendizagem da Ciência, pois além de recorrerem às percepções, experiências pessoais e conhecimentos próprios, podem, também, desenvolver novas previsões que levam à testagem de novas hipóteses, construindo novas relações estruturais entre entidades teóricas, ou seja, levam à criação de novas categorias conceptuais nos alunos. Metáfora e analogia são, assim, importantes no ensino-aprendizagem das ciências, importância essa justificada pela ideia que toda a aprendizagem é essencialmente analógica, pois tem como ponto de referência os conhecimentos anteriores. A sua importância provém do papel que a metáfora



e a analogia têm desempenhado ao longo do tempo na evolução do conhecimento científico.

No entanto, a LM utilizada não é evidente para o ouvinte ou o leitor, assim como a aprendizagem científica não pode ser um acumular ou associar de conhecimentos, nem pode estar sujeita a um ensino descritivo. O significado do conhecimento varia porque é construído pelas pessoas inseridas no seu meio físico e cultural. O aluno de ciências deve ter acesso a esse significado, construindo as suas próprias concepções. A aprendizagem em Ciência é um processo cultural de socialização numa comunidade profissional, com uma cultura, discurso e linguagens próprias. A educação formal das ciências torna-se um ponto fulcral para a educação científica geral e para a formação de profissionais do trabalho científico. O ensino fica, por esta razão, indissoluvelmente ligada à aprendizagem, sendo os professores e a formação de professores uma das chaves do sucesso de todo o processo de ensino-aprendizagem (cf. II Parte, Cap. IV). Cada vez se torna mais claro que se vive o tempo dos professores. Não há nenhuma reforma ou intervenção para a mudança em que não se fale no papel relevante dos professores. Actualmente, considera-se que estes são agentes de uma 3ª revolução. A 1ª fez-se quando se passou da concepção de que o professor era aquele que sabia muito da sua área disciplinar e o seu papel era de debitar uma ciência feita pelos outros. A 2ª revolução deu-se quando ser professor passou a ser aquele que sabia ensinar, juntando o saber da sua especialidade com um saber de “alfaiate pedagógico”. A 3ª revolução foi quando o professor passou a ser aquele que consegue que os alunos aprendam, o que implica que saiba da sua área de especialidade, do ensino, das respectivas interrelações, mas sobretudo que conheça e compreenda os alunos, quais as suas ideias, como aprendem,

imaginam, pensam e falam e consiga uma transformação do nível cognitivo dos seus alunos para níveis mais elevados de abstracção reflexiva, própria de um pensamento científico. Os professores mais do que ensinar são promotores de uma cultura científica própria, lutando contra o esoterismo científico, passando mensagens reelaboradas, partindo da complexificação do conhecimento traduzidos nos programas e nos manuais e transformando-os em conhecimento acessível contribuindo para uma construção social do conhecimento científico. Segundo Mariano Gago (1994):

“a Escola, o ensino das ciências, enquanto fonte do pensamento científico vivo e não enquanto recitativo, mágico de autoritarismo formalista com origem caricatural na linguagem das ciências tem de estar no centro da nossa acção em prol da cultura científica. Dela depende quase tudo o que vier a seguir” (p. 12).

Qualquer estudo relacionado com os problemas dos professores, com a sua actualização e desenvolvimento pessoal e profissional tem de considerar a formação de professores.

### 1.3-A Contribuição da Didáctica para a Construção do Conhecimento Científico

A Didáctica da Ciência, como área científica, interdisciplinar, autónoma e integradora é o quadro disciplinar das Ciências da Educação em que este estudo se insere e se desenvolve.

Defende-se uma perspectiva de Didáctica das ciências como um “corpus” de conhecimento teórico próprio com conteúdos, objectivos e investigação específica, integrando numa perspectiva sistémica os resultados dessa investigação com a formação e a acção de ensino e de aprendizagem. Assim, a Didáctica desempenha um papel fundamental no processo de construção do

conhecimento e no desenvolvimento global dos intervenientes no acto educativo, principalmente professores e alunos, como seres activos inseridos num meio social e cultural com características pessoais cognitivas e afectivas próprias. Como, bem refere, Odete Valente (1991):

“tem de manter-se atento, por um lado ao conhecimento científico da disciplina da área de ensino, aos seus constructos, à sua organização, às relações que pode estabelecer com outras áreas e aos processos de construção desse conhecimento e, por outro lado, conhecer do modo como se selecciona, processa e organiza a informação no nosso cérebro, como resolvemos problemas (os inexperientes e os especialistas) como tomamos decisões e de um modo geral como organizamos as estratégias e definimos táticas para realizar essa tarefa”.

Rejeita-se, assim, uma Didáctica tradicionalista, constituída pela simples adição de conteúdos vindos de outras áreas, com o objectivo de criar um conjunto de receitas, de modelos, de técnicas e materiais prontos a serem aplicados à prática, ou seja:

“rejeita-se um modelo que conceba a prática mais como um procedimento de aplicação de que como um processo de investigação” (Santos, 1992).

ou uma Didáctica universalista e generalista baseada numa concepção transmissiva do saber (Praia, 1995).

Defende-se que a investigação em Didáctica da Ciência é uma necessidade urgente, factor primordial para melhorar a qualidade do acto educativo, considerado na sua globalidade e reflectindo-se, como defende Praia (1995), no desenvolvimento do conhecimento didáctico pela existência de diálogo,

troca de informação e de reflexão de um grupo de referência da comunidade portuguesa.

## 2- PLANO GERAL DA INVESTIGAÇÃO

O quadro investigativo que se construiu consubstancializa-se nas linhas de força que foram atrás referidas. Assim, este estudo baseou-se no seguinte plano investigativo:

### *Problema*

É de consenso geral que a linguagem metafórica é um importante factor didáctico e de desenvolvimento cognitivo no acto educativo, mas não se sabe realmente o que se passa, na sala de aula, com este tipo de linguagem.

Qual a função didáctica da linguagem metafórica, para a construção do conhecimento científico sobre o átomo, em contexto de sala de aula?

### *Objectivos*

Deseja-se a produção de conhecimentos teóricos, criando uma primeira teoria de base, que não se pretende generalizável.

Pretende-se, em termos abrangentes, aprofundar a relação linguagem metafórica - linguagem científica em contexto escolar, estudando a problemática da linguagem metafórica como linguagem interpretativa da Ciência, na formação de modelos científicos e na aquisição e mudança conceptual dos alunos pela construção do seu próprio significado do conhecimento científico.

Conjuntamente, pretende-se que os dados obtidos nesta investigação, possam ser aplicáveis ao processo de ensino e de aprendizagem de um conceito

científico (estrutura atómica), abstracto, essencial e relevante em todos os ramos tradicionais do saber em Ciência (Biologia, Física, Geologia e Química). Ao tentar contribuir para a compreensão do modo da construção conceptual em Ciência, pelos alunos, através de linguagem metafórica, o estudo da linguagem metafórica como factor cognitivo na aprendizagem escolar, é o objecto principal de investigação. Ao propor sugestões didácticas deseja-se contribuir para o aumento do sucesso e desenvolvimento pessoal e profissional de alunos e professores. Pelo que se referiu anteriormente, é a investigação em Educação no campo da Didáctica que se torna o ponto crucial, inovador e relevante do estudo tendo, contudo, em conta as articulações do problema relacionadas com o conhecimento, no campo da Ciência e das Ciências Cognitivas.

Sistematizando, pretende-se:

- Aprofundar a relação linguagem metafórica - linguagem científica - construção do conhecimento em contexto escolar;
- Contribuir para a compreensão da relação da linguagem metafórica com a aprendizagem, na construção conceptual da informação científica, pela aquisição e mudança conceptual dos alunos, aplicada ao estudo do átomo;
- Contribuir para a consciencialização da importância da linguagem metafórica no ensino e na formação de professores de ciências (Biologia-Geologia/Física-Química).

### *Pressupostos Teóricos*

Parte-se para a investigação assumindo os pressupostos teóricos básicos seguintes que são também objecto de aprofundamento nas II e III Partes desta investigação:

- A utilização de linguagem metafórica tem enormes potencialidades heurísticas e didáticas, interconexionando-se com o desenvolvimento das estruturas cognitivas e com o processo de ensino/aprendizagem. A LM pode funcionar, nomeadamente, como organizador prévio, como agente de aquisição e mudança conceptual pela construção/destruição de modelos científicos, no desenvolvimento da percepção, da memória, da imaginação, da criatividade, do raciocínio analógico e da capacidade de resolução de problemas, além de ter funções de motivação para a integração da informação, do desanuviamento do clima de aula e, ainda, como instrumento de avaliação e socialização do saber. A LM é, pois, um instrumento de desenvolvimento cognitivo, pessoal e social dos alunos, contribuindo para a construção conceptual da informação científica;
- Existem desfasamentos entre o mundo conceptual metafórico dos adultos (professores) e o dos alunos. Há, pois, falta de congruência entre o que os professores pretendem atingir quando usam linguagem metafórica e a informação que os alunos extraem dessa mesma linguagem;
- A construção conceptual em Ciência, através da utilização da metáfora e/ou da analogia em contexto escolar, depende dos conhecimentos anteriores, do desenvolvimento cognitivo e da experiência pessoal do aluno.

#### *Hipóteses de Trabalho*

Na investigação empírica realizada partiu-se das seguintes hipóteses de trabalho que se formularam como resultado da reflexão, da experiência e da observação da realidade.

- A metáfora e a analogia têm uma importante função didáctica conducente ao aumento da qualidade do ensino, permitindo o desenvolvimento cognitivo dos alunos o que, por seu turno, conduz a uma aprendizagem significativa em Ciência.
- Os professores, na sua actividade de ensino, utilizam a metáfora e a analogia de uma forma acrítica e no seu processo de formação, nomeadamente na formação inicial, são raramente alertados para a problemática de linguagem metafórica em contexto educativo, como por exemplo, na construção, compreensão, expansão, concretização, flexibilidade, significância e inter-relação do conhecimento científico;
- Se a metáfora e a analogia forem utilizadas e exploradas didacticamente, em situação de aprendizagem formal dos conceitos em Ciência, (contexto de sala de aula), segundo um modelo didáctico da linguagem metafórica que transforme a realidade do aluno (experiência pessoal) em linguagem científica, os alunos constroem o conhecimento científico, partindo de uma construção conceptual própria, devido a criarem o seu próprio significado desse conhecimento científico.

#### *Questões de Investigação*

O problema de partida do estudo é operacionalizado na investigação através da formulação das seguintes questões de investigação:

- Que função desempenha a linguagem metafórica no desenvolvimento cognitivo, no ensino e na aprendizagem?

- Qual a formação, objectivos, metodologias de exploração didáctica, materiais utilizados pelos professores de Ciências, quando em situação formal típica de ensino recorrem à linguagem metafórica?
- Quando surgem situações de aprendizagem científica formal através de linguagem metafórica os alunos seleccionam, organizam e relatam ideias sobre a estrutura atómica da matéria?

#### *Abordagem Metodológica Geral*

A abordagem metodológica utilizada na investigação foi, fundamentalmente, de natureza multimetodológica num paradigma problematizador e interpretativo. O objectivo foi o de compreender a complexidade e o significado interactivo da realidade numa situação particular. Assumiu diferentes formas que se julgaram ser as mais adequadas aos diferentes contextos, objectivos e fases deste trabalho investigativo.

Apesar desta investigação ter sido vista como um todo, houve necessidade de analisar, reformular percursos e estratégias, de modo a encontrar os pontos mais relevantes e mais significativos nas relações que se iam encontrando. Foi um processo de relações dialécticas entre a observação, a reflexão e a acção. O percurso metodológico da investigação foi, assim, sendo construído de acordo com a análise sistemática dos dados sucessivamente recolhidos tendo em linha de conta, nas análises realizadas, as limitações dos instrumentos utilizados.

Por haver consciência da necessidade de respeitar os valores éticos numa investigação deste tipo, centrada nas pessoas, houve a preocupação da explicitação dos objectivos do estudo aos intervenientes, de manter a



confidencialidade e o anonimato quando requerida pelos investigados, de recolher os dados, sempre que possível, nos ambientes onde os sujeitos passavam normalmente o seu tempo e de respeitar o voluntarismo dos intervenientes.

### 3- ÂMBITO E RELEVÂNCIA DO PROBLEMA E DO OBJECTO DE INVESTIGAÇÃO

Estudar a linguagem é também estudar os processos de aprendizagem, isto é, particularmente no âmbito deste trabalho, estudar a problemática da linguagem científica significou estudar o processo da aprendizagem científica ou seja a construção do conhecimento científico.

Considera-se inovadora a abordagem aqui realizada da linguagem e mais especificamente da linguagem metafórica na Didáctica das ciências. A investigação educativa recente tem prestado alguma atenção a este assunto, não se conhecendo, contudo, estudos desta índole baseados na realidade portuguesa.

A Escola é um lugar "saturado" de linguagem: linguagem escrita, oral e figurativa, do professor, do aluno, dos autores dos livros, dos manuais escolares e muitas vezes até dos grafites das paredes e dos muros.

O instrumento básico quotidiano numa aula, nomeadamente, em qualquer área das ciências é ainda a linguagem, quer seja a do professor quer seja a do aluno. Em termos latos, através das palavras e com qualquer metodologia que se use, os alunos trabalham na aquisição de conceitos científicos e na sua comunicação. A linguagem não é só instrumental, ela é, para além disso, uma função cognitiva complexa. É pela linguagem que professores e alunos interagem. É, também, pela linguagem que o professor motiva, explica,

questiona, controla, organiza, avalia e que o aluno constrói e representa as suas aprendizagens. As palavras são essenciais e são o primeiro modo de especificar, confrontar, transformar e integrar ideias, conduzindo à reflexão e à descoberta do mundo. São uma ajuda ao aluno para que este compreenda os progressos da sua própria aprendizagem e aprenda a pensar sistematicamente. O trabalho do professor será ajudar os alunos a usar a linguagem para organizar a experiência e o pensamento. No entanto, a Escola possui um código linguístico próprio que muitos alunos não conhecem nos seus meios familiares. Uma das atitudes mais comuns dos professores perante códigos linguísticos, sociais diferentes, como regionalismos ou dialectos, é a censura moral e a constituição de estereótipos linguísticos que são contrários aos que os alunos possuem na sua vida diária. É um problema cultural, causando muitos problemas de insucesso, pois que muitos professores avaliam academicamente os alunos pelo domínio de linguagem da Escola e aqueles que não a conseguem dominar são menos capazes de aprender.

A linguagem metafórica na construção do conhecimento científico é uma ponte, uma articulação, entre os conhecimentos prévios, a linguagem já em uso, as culturas dos alunos e a experiência dos fenómenos quotidianos com a compreensão científica e formal desses fenómenos. É uma forma de interpretação e integração do conhecimento científico adquirido através das actividades de observação, de experimentação e de laboratório. É, ainda, um modo de familiarização com o modo de comunicação usado no mundo científico, pela prática de cooperação e comunicação.

Todos sabemos que a linguagem pode desenvolver-se, por exemplo, do específico para o geral, do pessoal para o interpessoal (do privado para o público). O uso pessoal da linguagem é essencial para o processo individual

de aprendizagem. Aos alunos, em qualquer etapa de desenvolvimento que se encontrem e em qualquer disciplina curricular, deve-se dar a oportunidade de falar e escrever acerca do seu trabalho numa forma pessoal, para o comunicar para os outros, transformando-o num conhecimento público. Falar dá uma maior compreensão dos conceitos. Se se fizer uma introspecção profissional, acontece, por vezes, só se ter compreendido bem um conceito quando se se teve de o ensinar. Isto porque se foi obrigada a escolher e a organizar cuidadosamente palavras e conjuntos de palavras para se ser explícita.

Se falar alarga a nossa compreensão conceptual isso não implica que aumente a compreensão de quem ouve. Falar só resulta em interacção se for utilizada a argumentação, a discussão e o questionamento e, assim, o conhecimento vai-se estruturando e cumulativamente vão-se desenvolvendo capacidades científicas.

Os alunos falarem na sala de aula corresponde, por vezes, à ideia que o professor perde o controlo dos seus alunos. Se este está consciente que falar é aprender e que a linguagem científica é mais do que o discurso científico unidireccional do professor para o aluno, então a linguagem deve ser utilizada e didacticamente explorada de uma forma conveniente. Para que isto possa acontecer é necessária uma formação de professores de ciências intensa na problemática da linguagem, com incidência quer na formação inicial quer na formação contínua.

Ensinar um aluno a falar, a ler e a escrever é dar-lhe poder científico para a intervenção e compreensão científica do Mundo que o rodeia, criando uma cultura científica que deve ser património de todos. A linguagem dá poder a quem a usa e através da capacidade de usar a linguagem, numa forma eficaz,

a inteligência de cada um fica ao dispôr... Não se aprende só fazendo, como Dewey (1910) dizia, mas também falando, lendo e escrevendo sobre as experiências e os conhecimentos. Na Escola o professor está tão dominado pela preocupação de "cumprir" o programa relativamente aos conteúdos científicos que se esquece que também tem de cumprir o programa quanto aos objectivos, neste caso, "Desenvolver capacidades de comunicação oral e escrita". Na sala de aula de ciências, normalmente, há poucas oportunidades do aluno falar. Este só fala quando o professor pergunta e não se cria um clima de confronto cognitivo. É generalizado os professores não darem oportunidades aos alunos de eles próprios falarem, discutirem abertamente uns com os outros, formularem as próprias respostas aos problemas, gerarem as suas próprias metáforas e/ou analogias e escreverem. Os professores tomam esse papel e então eles que já têm experiência de falar e escrever é que ocupam o tempo todo da aula falando ou escrevendo. Acresce que o professor tem, normalmente, na sala de aula, uma actuação centralizada nele próprio utilizando uma linguagem para toda a turma, tendo esta de ser repartida pelos 30 alunos da turma, e o tempo dispensado aos alunos para responderem ou interactuarem é muito curto. O tempo que o professor espera pela resposta de um aluno a uma questão é na generalidade 2 a 3 segundos, tempo manifestamente insuficiente para elaboração cognitiva e respectiva tradução em linguagem.

Aprendizagem e ensino estão intimamente interrelacionados e, portanto, em relação à metáfora e à analogia tem de se compreender como os professores actuam em sala de aula, qual a sua formação, qual a influência dos materiais e dos manuais escolares que utilizam e qual a organização curricular que envolve todo este processo de ensino para se compreender como os alunos

aprendem construindo o conhecimento científico. Numa perspectiva abrangente é relevante o conhecimento da interrelação entre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico com uma grelha de análise no campo da Didáctica das ciências.

## CONCLUSÃO

A metáfora e a analogia são, nesta investigação, consideradas, no âmbito da Didáctica, como “constructos” cognitivos com função heurística que se desenvolvem e se interrelacionam com o conhecimento científico e com a aprendizagem desse conhecimento.

Pensa-se ter explicitado, neste primeiro capítulo, as linhas de força que nortearam este estudo assim como as razões subjacentes ao título, às questões formuladas neste estudo e o plano geral de investigação. Pensa-se, também, que este estudo pode ser considerado relevante pelas suas características, nomeadamente:

- (i)- ter sido realizado, pela primeira vez no País, o estudo da metáfora e da analogia aplicado à Didáctica das ciências, podendo este tornar-se uma primeira referência para aprofundamento posterior de assuntos, em qualquer área das ciências, relacionados com a metáfora e a analogia e o conhecimento científico no ensino e na aprendizagem.
- (ii)- fornecer uma panorâmica global da realidade portuguesa quanto à formação inicial de professores de ciências, relacionada com a didáctica da metáfora e da analogia.
- (iii)- defender a Didáctica como um corpo de conhecimentos, métodos e investigação específica, centrada na compreensão e conceptualização dos

fenómenos do ensino e da aprendizagem, e não uma Didáctica com uma perspectiva funcionalista e instrumentista com receitas aplicadas à prática de conhecimentos provenientes de outras áreas das Ciências da Educação.

(iv)- ter estudado o problema numa perspectiva global, envolvendo os aspectos relacionados com o ensino e a aprendizagem, não compartimentando a compreensão dos fenómenos.

(v)- salientar as interrelações entre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento, em Ciência, através do processo do ensino-aprendizagem.

(vi)- terem sido construídos alguns materiais didácticos com possibilidade de aplicação pelos professores na prática lectiva ou na planificação dessa prática, nomeadamente uma taxionomia da metáfora e da analogia segundo comportamentos cognitivos e um modelo didáctico assistido pela metáfora ou pela analogia.

(vii)- relevar a importância da exploração didáctica, da metáfora e da analogia, em contexto formal, para a aprendizagem pois a construção do conhecimento científico não é automático.

(viii)- ter alertado para a necessidade da formação de professores de ciências, quer inicial quer contínua, na temática da linguagem em geral e mais especificamente da linguagem científica e metafórica.

## Capítulo II

### PERCURSO HEURÍSTICO DO PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO

#### INTRODUÇÃO

Com base na problemática e no plano geral de investigação desenvolveu-se um percurso heurístico em duas vertentes interconexionadas: o quadro teórico e o trabalho empírico.

Descreve-se, neste capítulo, o percurso heurístico seguido nesta investigação. Embora este percurso tenha sido sinuoso devido às reformulações sofridas à medida que as questões iam surgindo sistematizam-se as diferentes fases pretendendo-se descrever de uma forma articulada e coerente a investigação global. A investigação foi norteada pelos objectivos, pelas hipóteses e pelas questões de investigação atrás definidas o que implicou a escolha das actividades e respectivos instrumentos metodológicos que as operacionalizaram, articulando por um lado, o trabalho de pesquisa teórico com o trabalho empírico e por outro lado o ensino com a aprendizagem.

#### 1- A CONSTRUÇÃO DO QUADRO TEÓRICO

Os objectivos desta primeira abordagem investigativa relacionaram-se com o aprofundamento do conhecimento das áreas científicas que enquadrassem o estudo na sua globalidade e a construção de um quadro conceptual lógico e rigoroso ao qual se pudesse referenciar as questões da investigação empírica, a escolha dos instrumentos de recolha de dados e de observação, bem como a leitura interpretativa dos resultados.

Esta abordagem tornou-se de especial interesse por se pertencer a uma área científica tradicionalmente afastada do estudo dos problemas relacionados com a linguagem.

Desde Aristóteles (384-322 AC) até aos nossos dias muito se tem investigado e reflectido sobre a metáfora e a analogia. Uma lista bibliográfica completa existente sobre este tópico até ao princípio da década de 1970 (Shibles, 1971), regista mais de 3000 títulos. Desde então, muitos outros foram publicados como pode ser comprovado pela bibliografia compilada por van Noppen (1995) que regista mais de 4000 títulos relativos ao período de 1970 a 1985. Assim, o interesse por essa temática, tem vindo a crescer como se pode verificar pelo aumento rápido de publicações nesta área, englobando áreas do saber muito variadas além da Educação, como a Retórica, a Literatura, a Filosofia, a Psicologia, a Sociologia, a Linguística, a Arte, a Religião, etc. e mais modernamente a Inteligência Artificial. Com esta enorme amplitude de campos do saber foi necessário um aprofundamento teórico que possibilitasse a restrição da problemática da linguagem em geral e a focalização no caso particular da metáfora e da analogia em Didáctica da Ciência. Uma importante fase metodológica foi, pois, a procura de sistematização de conhecimentos para contextualizar os problemas didácticos da construção do conhecimento científico pelos alunos que já se tinham pressentido durante a prática profissional como professora e formadora.

*A hipótese de investigação*, então formulada, baseou-se na ideia que:

- a metáfora e a analogia têm uma importante função didáctica conducente ao aumento da qualidade do ensino, permitindo o desenvolvimento cognitivo dos



alunos o que, por seu turno, conduz a uma aprendizagem significativa em Ciência.

Relacionada com esta hipótese, a *questão de investigação* a que se procurava responder era:

- Que função desempenha a linguagem metafórica no desenvolvimento cognitivo, no ensino e na aprendizagem?

Uma das primeiras preocupações metodológicas centrou-se na definição dos termos enquadrada no contexto desta investigação. Metáfora e Analogia são termos com significados diferentes ou complementares conforme a perspectiva teórica e a área científica que se considere (Retórica, Filosofia da Linguagem, Psicologia Cognitiva, Linguística, etc.). Foi, pois, necessário definir Metáfora, Analogia e Linguagem Metafórica no campo das Ciências da Educação.

As *actividades de investigação* foram variando, desde a procura e selecção da bibliografia, a leituras feitas, num primeiro momento de um modo aleatório, a discussões informais com especialistas de diferentes áreas relacionadas com a linguagem e ao aprofundamento teórico posterior à decisão da escolha da linha científica julgada mais adequada e enriquecedora para o estudo.

Esta abordagem investigativa entrelaçou-se com todas as fases do estudo empírico não sendo caracterizada por uma sequência temporal.

## 2- A INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

Este estudo focalizou-se nos dois grupos, mais importantes, intervenientes no processo de ensino/aprendizagem: professores e alunos, embora se tenha considerado também a influência de outros factores como os manuais

escolares e os currículos das disciplinas de ciências. Tendo focalizado a atenção naqueles dois grupos intervenientes, pode-se considerar o seguinte percurso metodológico:

*Fases metodológicas do estudo empírico:*

### 2.1 - 1ª Fase - Estudo Preliminar e Exploratório

Os *objectivos* definidos para esta fase foram:

- identificar e analisar, na prática, a relevância e pertinência da problemática do estudo.

A formulação da *hipótese de investigação* desta 1ª fase, foi a seguinte:

- os professores utilizam, frequentemente, a Linguagem Metafórica em contexto de sala de aula e que essa utilização levanta problemas no processo de ensino-aprendizagem.

As *actividades de investigação* foram variando, desde a observação de aulas, a uma entrevista a um professor com grande experiência na prática lectiva e à aplicação de uma ficha a noventa professores para a confirmação da adequabilidade da definição dos termos a serem utilizados.

Para a execução destas actividades foram utilizados *instrumentos metodológicos* vários como um guião de entrevista, uma ficha e registos naturalistas de observação de aulas.

Para o trabalho empírico desta 1ª fase, escolheu-se, como *população*, um professor de ciências, do ensino secundário, com cerca de 20 anos de serviço e que já tinha passado por vários tipos de escolas, de vários níveis de ensino,

inseridas em vários contextos sociais, tendo ocupado vários cargos no ensino e tendo experiência e responsabilidade como formador de professores.

Constituiu ainda população desta fase três professores de ciências de vários níveis de ensino (6º, 9º e 11º anos de escolaridade) cujas aulas foram observadas.

A análise do conjunto de dados recolhidos nesta fase, que não se apresentam por se achar de pouca relevância no quadro da investigação global realizada, de que resultou a constatação do uso frequente de LM em sala de aula pelos professores de ciências conduziu à 2ª fase do estudo.

## 2.2 - 2º Fase - A Metáfora, a Analogia e o Ensino

Os seguintes *objectivos* foram definidos para esta fase:

(i) compreender a utilização da LM no ensino; (ii) planear e executar o estudo investigativo tendo como sujeitos os professores nos domínios das suas práticas e formação; (iii) analisar os manuais escolares e os currículos oficiais das disciplinas de ciências.

A primeira *hipótese de investigação* desta 2ª fase, foi a seguinte:

- os professores utilizam a LM nas suas rotinas de ensino, mas em regra, não têm consciência de que o fazem e quando a têm desconhecem as potencialidades ou limitações da sua utilização.

As *questões de investigação* estavam relacionados com:

- a necessidade de confirmar se a LM no ensino/aprendizagem em Ciência, era ou não utilizada na sala de aula e como era feita essa utilização (objectivos, metodologias de exploração didáctica, materiais). No caso de se verificar essa utilização, compreender como seria realizada a formação de professores, neste

campo de intervenção. Estudou-se a formação dos professores de ciências partindo do pressuposto que se a LM for tratada na formação inicial a prática pedagógica, em relação à utilização da LM, melhora.

Partiu-se, pois, como segunda *hipótese de investigação* da ideia que:

- os professores de ciências, no seu processo de formação, nomeadamente na formação inicial, são raramente alertados para a problemática da linguagem metafórica em contexto educativo, e.g. na construção, compreensão, expansão, concretização, flexibilidade, significância e interrelação do conhecimento científico.

A *questão de investigação* estava relacionada com:

- a necessidade de estudar se a linguagem metafórica era ou não trabalhada na formação de professores de ciências, nomeadamente na formação inicial e como era feita essa formação.

A terceira *hipótese de investigação* relacionou-se com:

- a averiguação de como os manuais escolares e as sugestões metodológicas apresentadas nos documentos oficiais curriculares influenciavam a prática pedagógica dos professores.

A *questão de investigação* subsequentemente formulada foi saber:

- como a LM era tratada naqueles documentos (manuais escolares e documentos oficiais curriculares).

As *actividades de investigação*, referentes ao aprofundamento das três hipóteses e à procura de resposta às questões formuladas, decorreram seguindo várias modalidades passando por duas entrevistas colectivas englobando 13 professores sendo 8 professores de Biologia/Geologia e 6

professores de Física/Química, um questionário feito ao universo de professores universitários que leccionavam Metodologia/Didáctica das Ciências, entrevistas a duas professoras que tinham tido alguma formação inicial em linguagem metafórica, à análise dos manuais escolares de ciências mais divulgados (vendidos) no mercado, à análise dos documentos oficiais sobre a organização curricular e programas das disciplinas de ciências. Para a execução destas actividades foram utilizados como *instrumentos metodológicos* as entrevistas, os questionários e grelhas para a análise documental.

A análise do conjunto de dados recolhidos nesta fase, de que resultou a constatação do uso frequente de LM em sala de aula pelos professores de ciências de modo espontâneo, a ausência de formação inicial ou quando, existente, não sistematizada e o pouco impacto desta formação na actuação dos professores em contexto de sala de aula, conduziu à 3ª fase do estudo.

### 2.3- 3ª Fase - A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem

Os *objectivos* definidos para esta fase foram:

- planejar e executar o estudo investigativo tendo como sujeitos os alunos.

Segundo os dados das fases anteriores, constatou-se que, embora os professores utilizassem frequentemente a LM, quer a sua formação inicial, quer o uso de manuais ou as sugestões metodológicas apresentadas nos documentos oficiais dos currículos, não eram relevantes na actuação desses professores em sala de aula. Estes, utilizavam a LM, espontaneamente, conforme as características pessoais. Sendo assim, havia aqui uma nova questão: se os professores utilizavam LM mas não estavam conscientes das suas potencialidades nem as exploravam didacticamente de uma forma

sistemática, estava por esclarecer qual seria o impacto cognitivo desta prática nos alunos.

A *hipótese de investigação*, então formulada, pretendia saber se:

- a LM, utilizada pelos professores na sua actividade de ensino, teria impacto na construção conceptual dos alunos já que estes processam a informação científica, partindo de uma construção conceptual própria, devido a criarem o seu significado do conhecimento científico. Formulou-se, então, a seguinte *questão de investigação*:

- os alunos transformam a linguagem figurativa em linguagem científica em contexto de sala de aula? Ou seja, mais especificamente: os alunos seleccionam, organizam e relatam ideias sobre a estrutura atómica da matéria, quando surgem situações de aprendizagem científica formal através de linguagem metafórica?

A *população* do estudo nesta 3ª fase (a metáfora, a analogia e a aprendizagem), foi constituída numa 1ª etapa por 54 alunos pertencentes a duas turmas do 9º ano de uma escola urbana onde se realizou um estudo sobre os problemas dos alunos na compreensão do modelo atómico de Bohr, usando a tradicional analogia com o nosso sistema planetário.

Numa 2ª etapa, a população do estudo foi constituída por alunos de 3 turmas do 9º ano, de uma mesma escola sub urbana, num total de 76 alunos, sendo 51 raparigas e 25 rapazes. Foi leccionada a unidade didáctica sobre o átomo, numa sequência de quatro aulas, onde numa turma se utilizaram metáforas e analogias sem exploração didáctica e nas outras duas turmas utilizaram-se as mesmas metáforas e analogias mas com exploração didáctica. Esta escolha foi baseada na caracterização pormenorizada das turmas feita previamente à

leccionação das aulas, segundo as idades, o sucesso escolar, o nível cognitivo e a aptidão verbal. Ao escolher as duas turmas onde se fez a exploração didáctica teve-se por critério a análise dos dados obtidos sobre cada uma delas traduzidos na diferença de nível de sucesso escolar dos alunos constituintes dessas turmas tendo uma destas turmas muito baixo rendimento escolar. Antes e depois da sequência das aulas leccionadas todos os alunos elaboraram o seu próprio mapa de conceitos sobre o conceito de átomo.

Numa 3ª etapa, para uma análise mais pormenorizada do processo de construção do conhecimento científico pelos alunos, das 3 turmas do estudo, foram seleccionados doze alunos (6 raparigas e 6 rapazes) e caracterizados a nível das experiências anteriores e da criatividade, para explicarem, com base nos respectivos mapas de conceitos elaborados, os processos cognitivos utilizados na aquisição ou mudança conceptual do conceito de átomo.

Os *instrumentos metodológicos* utilizados foram variados e adaptados às várias etapas desta 3ª fase conforme são descritos posteriormente.

#### 2.3.1- Actividades Prévias à Leccionação da Sequência das Aulas

Anteriormente à entrada da investigadora na sala de aula realizou-se um estudo prévio com o objectivo de diagnosticar a compreensão dos alunos sobre a estrutura atómica utilizando a analogia do átomo com o sistema planetário. Foi um ponto de partida para desenvolver estratégias de ensino subsequentes.

Foi administrada uma ficha de diagnóstico a alunos de duas turmas de uma escola secundária urbana da região de Aveiro, cujos professores utilizaram uma metodologia interactiva, explorando a tradicional analogia entre o nosso

sistema planetário e o modelo atómico de Bohr. Os alunos tinham de escrever em duas colunas de uma ficha de trabalho as semelhanças e diferenças entre os domínios da analogia. Na aula seguinte à aplicação desta ficha os professores exploraram com as turmas as respostas dadas pelos alunos, segundo duas linhas de discussão: (i) rever conteúdos introduzidos no 8º ano e clarificar ideias inadequadas; (ii) desenvolver os conteúdos do 9º ano sobre o modelo atómico de Bohr, principalmente no que diz respeito ao número de electrões em cada camada e à ideia dos saltos electrónicos. Posteriormente, os alunos responderam a uma ficha de avaliação cujas respostas serviram de base para nova discussão entre cada um dos professores e respectivos alunos.

Para a leccionação das aulas, foi escolhida uma escola secundária suburbana, da região de Setúbal, concelho de Almada, englobando uma zona socialmente desfavorecida e três turmas dessa escola cujos professores de Física-Química se dispuseram a colaborar no estudo. Uma dessas turmas era considerada a que tinha mais problemas de aprendizagem, outra pertencia ao grupo das “melhores” turmas e a terceira era considerada “média”. As turmas pertenciam a duas professoras com a mesma formação inicial, que trabalhavam em conjunto no planeamento das actividades lectivas para as três turmas envolvidas no estudo. De essas turmas foram seleccionados 12 alunos (2 rapazes e 2 raparigas por turma) para o aprofundamento do estudo.

A partir do estudo dos manuais escolares adoptados e utilizados nessas turmas, no ano anterior e no ano em que o estudo foi realizado, analisaram-se as metáforas e as analogias existentes nesses manuais para se inferir do grau de familiaridade dos alunos com a LM aí utilizada de modo a ser considerada a respectiva influência na análise do trabalho investigativo subsequente.



Antes da realização do estudo, foi feito um contracto de investigação com as professoras das turmas, no qual constava a possibilidade de uma caracterização pormenorizada dessas turmas e dos alunos. Foi acordado que a recolha de dados poderia assumir diferentes formas nomeadamente, através de entrevistas aos professores responsáveis pelas turmas. Estas entrevistas visavam averiguar o nível de sucesso e os problemas específicos de cada turma. Fez-se a recolha das classificações obtidas pelos alunos, nos períodos escolares anteriores na disciplina da Física e Química. A partir da análise dos documentos fez-se, ainda, a recolha de dados relativamente à idade dos alunos, ao nível social, etc., com vista a uma melhor caracterização das turmas. A elaboração desta caracterização pormenorizada teve como pressuposto que os conteúdos que são aprendidos em contexto de sala de aula, dependem da estrutura e organização do sistema quer escolar quer social e cultural em que os alunos se inserem. Assim, as actividades, que ocorrem no processo de ensino-aprendizagem não se podem referenciar só ao que acontece dentro da sala de aula. A necessidade do conhecimento detalhado dos alunos decorreu do pressuposto de que a construção conceptual em Ciência, através da utilização da metáfora e da analogia em contexto escolar depende dos conhecimentos anteriores, do desenvolvimento cognitivo e da experiência pessoal do aluno. Esta caracterização pretendeu estar de acordo com o que Ericsson (1987) defende, propondo que a investigação em contexto de sala de aula tenha em consideração três níveis semi-permeáveis: (i) o sistema sociocultural; (ii) o ambiente educativo; (iii) o funcionamento individual dos actores.

Aplicaram-se os seguintes testes estandardizados: o teste GALT (raciocínio lógico); o teste de Torrance (criatividade); o teste DAT (aptidão verbal). Além

destes testes estandardizados, aplicou-se também um questionário pré testado para identificação de gostos pessoais em relação às actividades científicas e de familiaridade com a linguagem figurativa. Na aplicação destes testes foi-se criando um conhecimento mútuo entre os alunos e a investigadora, importante para facilitar a aceitação e a integração desta na sala de aula.

Previamente à realização do estudo foram informados da realização deste, os encarregados de educação dos alunos envolvidos, os órgãos directivos da escola, o grupo disciplinar de Física-Química e o psicólogo de orientação em serviço na escola. As formas de fazer passar esta informação foram várias: por carta, enviada por correio, aos encarregados de educação dos alunos que iriam intervir no estudo; conversas pessoais com o Conselho Directivo e com o Psicólogo da escola; uma reunião ordinária do grupo disciplinar onde os próprios professores que cederam as turmas para o estudo, informaram os outros professores de Física e Química da escola da realização da investigação.

Ao terminar o estudo, foi passado um certificado de participação na investigação aos alunos e aos professores intervenientes.

### 2.3.2- A investigação em Contexto de Sala de Aula

A leccionação de 4 aulas, com duração de 50 minutos cada, em todas as 3 turmas foram da responsabilidade da investigadora e observadas pelas professoras das turmas. Estas aulas foram gravadas em audio e em vídeo e transcritas na integra.

Deliberadamente, escolheu-se um contexto (escola e turmas) típicas da situação escolar vigente. Pretendeu-se não alterar as situações de trabalho a

que os alunos estavam habituados, como a disposição das mesas e dos lugares normalmente utilizados pelos alunos.

Escolheu-se o 9º ano, devido a ser o ano terminal da escolaridade obrigatória. Muitos dos alunos, provavelmente, deixariam a escola, ficando por aqui a possibilidade de desenvolvimento formal das capacidades ligadas à educação científica.

Escolheu-se o conteúdo lectivo “o átomo” por ser um conceito abstracto e transdisciplinar, essencial à compreensão da Ciência actual.

Em duas turmas (turmas B e C) exploraram-se didacticamente a metáfora e a analogia, segundo um modelo de ensino construído neste estudo, e na terceira turma não foi feita essa exploração (turma A). Esta decisão foi tomada posteriormente à caracterização das turmas, devido a ter-se constatado que uma das turmas (turma C) era muito diferente das outras duas, apresentando os alunos grandes dificuldades de aprendizagem o que, conseqüentemente, se traduzia num elevado nível etário e em problemas de desmotivação e de comportamento disciplinar. Pensou-se que os dados a recolher, nesta turma, não seriam os mais significativos para utilização como base de comparação. Foi necessário, então, reformular o trabalho investigativo que tinha sido previamente determinado e que era o seguinte: em uma das turmas não se utilizaria LM, em outra turma utilizar-se-ia a LM mas sem exploração didáctica e na terceira turma utilizar-se-ia a LM com exploração didáctica. Sem alteração dos objectivos, hipóteses e questões investigativas, mudou a ênfase da investigação, que realçou a exploração didáctica de LM em turmas problemáticas e em turmas sem problemas específicos.

Foram feitos um pré-teste e um pós-teste utilizando mapas de conceitos. Como técnica principal do estudo, foi utilizada esta elaboração de mapas de conceitos como um instrumento avaliativo do conceito que os alunos tinham sobre o átomo antes e depois da sequência de aulas (Champanhe, 1991).

Usaram-se diferentes tipos de metáforas e de analogias, nomeadamente verbais e visuais. Foram apresentadas metáforas gráficas (pictoriais) com base na ideia de que as imagens visuais ajudam a compreensão, mais ainda se o conteúdo verbal é difícil de compreender como por exemplo, na compreensão de conceitos abstractos (Belleza, 1986, Abel e Kulheny, 1986, Shapiro, 1985 e Levie e Leutz, 1982).

O trabalho com as turmas realizou-se no 3º período escolar (mês de Maio). Nos programas oficiais, os conteúdos de Química aparecem sequencialmente aos de Física. Esta sequência era respeitada pelas duas professoras. O conteúdo "átomo", incluído no início do programa de Química, teve de ser previamente negociado com as referidas professoras conforme contrato de investigação assumido, e integrado na sequência normal do programa, razão porque o estudo só teve início no 3º período.

As aulas foram sempre no turno da manhã, entre o 2º e o 4º tempo lectivo, tendo-se assim eliminado quer a fadiga do último tempo, quer os atrasos e a adaptação ao trabalho associados ao 1º tempo. O clima na escola era de excitação, pois estava-se a viver a contestação à realização das provas globais, tomando os alunos a iniciativa de fechar a escola. Este facto implicou que, embora o estudo tivesse ocorrido nas quatro aulas previstas, o mesmo alongou-se para além das duas semanas, como tinha sido planeado.

O calendário semanal, que se apresenta no anexo A, e segundo o qual as aulas foram leccionadas levantou alguns problemas na execução do estudo, pois teve de se mudar de registo discursivo e de estratégia didáctica em cada 50 minutos, por vezes com intervalos muito curtos, de somente 10 minutos, o que na prática implicava não haver intervalo de tempo entre as diversas aulas.

Posteriormente, escolheram-se dois rapazes e duas raparigas de cada turma com base na análise da caracterização feita previamente e nos mapas de conceitos elaborados pelos alunos. Em cada um desses grupos de dois rapazes e de duas raparigas foram escolhidos um “bom” aluno(a) e um “mau” aluno(a). Foram realizadas entrevistas com todos esses alunos, na tentativa de compreender os mecanismos cognitivos subjacentes à elaboração dos respectivos mapas.

## CONCLUSÃO

Considerando o problema equacionado e as respectivas questões de investigação, os pressupostos, os objectivos e as hipóteses de trabalho, definiu-se o percurso metodológico e diferenciaram-se as fases de investigação. Consideraram-se os professores e os alunos como dois elementos chave nos processos didácticos e cognitivos de ensino e de aprendizagem, portanto elementos chave para a construção do conhecimento científico em contexto escolar.

O caminho de investigação não foi pré-determinado, mas foi-se construindo à medida que o estudo decorria e novas questões iam surgindo.

Na fase centrada no ensino, investigou-se a utilização da metáfora e da analogia na sala de aula pelos professores, a respectiva formação inicial nesta

área e o grau de conhecimento didáctico da sua utilização. As dificuldades de integração deste tema nos currículos de formação inicial de professores e as formas de utilização de LM foram também investigadas. Foram, também analisados manuais escolares e documentos curriculares oficiais.

Na fase centrada na aprendizagem, após a análise das dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem do modelo atómico de Bohr através da tradicional analogia deste modelo com o sistema solar, construiu-se uma taxionomia de metáforas e de analogias segundo comportamentos cognitivos e leccionou-se uma sequência de aulas, numa escola secundária, sendo utilizadas metáforas e analogias com e sem exploração didáctica, segundo um modelo de ensino previamente construído. Analisou-se a aquisição ou mudança conceptual do conceito de átomo por alunos no último ano de escolaridade obrigatória (9º ano), em contexto típico de sala de aula. O pré e o pós-testes usando mapas de conceitos e os resultados ou elementos obtidos através de outros instrumentos de caracterização levaram à selecção de 12 alunos com os quais se procedeu ao aprofundamento dos mecanismos cognitivos subjacentes à elaboração daqueles mapas.

### **Capítulo III**

## **CARACTERIZAÇÃO, CONTEXTO E INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA.**

### **INTRODUÇÃO**

Tendo por base o problema de investigação e correspondentes questões, pressupostos, objectivos e hipóteses de trabalho já definidas, descreve-se, neste capítulo, o contexto socioeducativo da investigação, assim como se identifica a população a investigar e os instrumentos utilizados com as respectivas razões de utilização, potencialidades e limitações.

Faz-se um breve enquadramento teórico do ponto de vista metodológico em relação aos instrumentos utilizados, realçando-se os mapas de conceitos devido à sua originalidade como instrumento de investigação.

### **1- CARACTERIZAÇÃO DOS PROFESSORES E DOS ALUNOS INTERVENIENTES NA INVESTIGAÇÃO**

#### **1.1- População da 1ª Fase**

Para o trabalho empírico nesta 1ª fase (estudo preliminar e exploratório), escolheu-se, como população, um professor de ciências, do ensino secundário, com cerca de 20 anos de serviço e que já tinha passado por vários tipos de escolas, de vários níveis de ensino, inseridas em vários contextos sociais, tendo ocupado vários cargos no ensino e tendo experiência e responsabilidade como formador de professores.

Constituiu ainda população desta fase três professores de ciências de vários níveis de ensino cujas aulas foram observadas, nomeadamente do 6º ano de Ciências da Natureza, do 9º ano de Física e Química e do 11º ano de Biologia.

### 1.2- População da 2ª Fase

A população em estudo na 2ª fase de investigação (a metáfora, a analogia e o ensino), foi constituída por 8 professores de ambos os sexos que leccionavam Biologia e Geologia e 6 professores que leccionavam Física e Química. Apresentam-se, no Anexo A, os quadros com a caracterização pormenorizada destes professores. Foram escolhidos estes dois agrupamentos de áreas científicas por uma lógica e tradição de formação de professores. Ambos os grupos de professores estavam a seguir o programa de profissionalização em serviço da responsabilidade da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, leccionando em escolas C+S e secundárias dos distritos de Lisboa e Setúbal. A maioria dos professores eram licenciados e jovens, mas tendo, pelo menos, 5 anos de serviço, encontrando-se, contudo, em cada grupo, professores mais velhos com 10 e 12 anos de serviço. A maioria já tinha desempenhado cargos nas escolas e muitos deles tinham frequentado acções de formação. Cada um destes dois grupos de professores responderam a uma entrevista colectiva. O guião destas entrevistas (que se apresenta no Anexo A - vol. II) foi elaborado com base em observações de aulas e nas respostas dadas a uma entrevista não estruturada realizada na 1ª fase do estudo.

Estas entrevistas colectivas tiveram lugar no fim do 1º ano de formação teórica em Ciências da Educação. Os entrevistados foram informados que as respostas não tinham valor classificativo no seu programa de formação.



Outro grupo de população foi o dos professores universitários que tinham a seu cargo a Didáctica/Metodologia das Ciências (Biologia, Física, Geologia e Química) na formação inicial dos professores para os actuais denominados 2º, 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário. Só foram incluídos os professores das universidades clássicas e novas, pois que na data da aplicação do questionário o Ensino Politécnico (Escolas Superiores de Educação) formava professores só para os Ensinos Pré-Primário e Primário (nomenclatura dessa época).

Constituíram também população em estudo, nesta 2ª fase, dois professores universitários que afirmaram ter trabalhado a problemática da LM, nas suas aulas de formação inicial com os seus alunos - futuros professores e duas jovens professoras de ciências (Biologia/Geologia) trabalhando em escolas C+S, urbanas, do interior/sul do País, pertencentes ao quadro de professores efectivos, no seu 1º ano de docência que leccionavam, o 7º, 8º e 9º ano de escolaridade de Ciências Naturais/Biologia. Eram licenciadas tendo acabado o estágio pedagógico no ano anterior. As professoras pertenceram a grupos de alunos cujos professores universitários, previamente investigados, tinham afirmado que nas suas aulas faziam formação em LM.

### 1.3- População da 3ª Fase

A população do estudo na 3ª fase (a metáfora, a analogia e a aprendizagem), foi constituída num 1º etapa por 54 alunos pertencentes a duas turmas do 9º ano de uma escola urbana onde se realizou o estudo sobre os problemas dos alunos na compreensão do modelo atómico de Bohr, usando a analogia com o nosso sistema planetário. As professoras destas turmas frequentavam o ramo educacional - Ensino da Química, no último ano (o estágio). Leccionavam o 9º

ano de escolaridade de Física/Química. Pertenciam a grupos de alunos cujos professor universitário, previamente investigado, tinha afirmado que nas suas aulas fazia formação em LM.

Numa 2ª etapa, a população do estudo foi constituída por alunos de 3 turmas do 9º ano, de uma mesma escola suburbana, num total de 76 alunos, sendo 51 raparigas e 25 rapazes.

Doze alunos, foram seleccionados para explicarem, com base nos mapas de conceitos elaborados, os processos cognitivos utilizados na aquisição ou mudança do conceito de átomo.

Assim, utilizando nomes fictícios foram escolhidos os seguintes alunos:

Turma A: Cátia; Mário; Paulo e Vera.

Turma B: Flôr; Marco; Maria e Rui.

Turma C: Carla; Pedro; Sara e Sérgio.

Os critérios para esta escolha foram os seguintes: (i) serem duas raparigas e dois rapazes de cada uma das três turmas; (ii) terem sensivelmente a mesma idade (apresentam uma variação de um ano); (iii) estarem no mesmo nível cognitivo; (iv) em cada um dos grupos de raparigas e de rapazes/turma um deles ser considerado bom aluno e o outro mau aluno; (v) apresentarem um nível de aptidão verbal semelhante em cada um dos grupos (raparigas e de rapazes/turma); (vi) os mapas de conceitos elaborados.

## 2- CARACTERISTICAS DA ESCOLA ONDE FOI REALIZADO A INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA DA 3ª FASE

A Escola Secundária, onde foi leccionada a sequência de aulas, é uma escola relativamente nova, pois iniciou a sua actividade no ano lectivo de 1982/83.

Desenvolve as suas funções no 3º ciclo do ensino básico e no ensino secundário. Em geral, existe uma equidade em número de turmas entre os ensinos básico e secundário.

Tem, actualmente (em 1993/94), 1521 alunos, 152 professores, 29 auxiliares de acção educativa, 10 funcionários administrativos, 1 guarda nocturno, 1 psicólogo de orientação escolar vocacional e 1 psicólogo, a tempo parcial, de apoio a situações de alunos com dificuldades.

Os alunos repartem-se do seguinte modo:

- 845 no ensino secundário, distribuídos por 32 turmas e 676 no ensino básico, distribuídos por 26 turmas.

No que diz respeito às características arquitectónicas, pode referir-se que a tipologia da escola é de pavilhões em alvenaria. Considera-se relevante, para caracterizar a escola em relação ao ensino das ciências, referir as seguintes estruturas:

- Pavilhão A, onde estão instalados os laboratórios de Física, Química e Biologia, algumas salas normais e uma sala de Informática. Há uma sala para professores de ciências neste pavilhão. Também, neste pavilhão, funcionam os serviços de orientação escolar, o Clube da Ciência e o Centro de Recursos. Foi neste pavilhão, numa sala normal de aula, que decorreu o estudo. O Clube da Ciência oferece a alunos e professores um conjunto de actividades diferenciadas voltadas para a Ciência em geral e para a defesa e preservação do ambiente.

- A Biblioteca, que embora algo carenciada de livros, apresenta-se como um espaço agradável de trabalho para toda a comunidade escolar.

A Escola não tem Associação de Pais. No caso de a mesma existir poderia dar um certo dinamismo à educação científica e/ou fazer a ligação entre os conhecimentos científicos adquiridos formal e informalmente.

O insucesso escolar verificado na escola era elevado. 36.0% dos alunos tinham sofrido duas reprovações e 26.5% tinham sofrido uma reprovação. Apresenta-se no Anexo A o quadro, elaborado segundo dados fornecidos pelo Conselho Directivo, referente ao número e percentagem de insucesso escolar, em cada um dos anos curriculares do 3º ciclo do ensino básico e no conjunto desse ciclo de estudos, referentes ao ano lectivo de 1992/93.

Os alunos da escola apresentam diferenças culturais relevantes sendo, geralmente, provenientes de famílias com baixo nível de instrução e qualificação profissional, ocupando-se de actividades rurais, piscatórias, de pequeno comércio ou empregados na indústria. Existem, contudo, alunos cujas famílias têm profissões liberais, ligadas ao ensino e ao serviço militar. Nos 7º, 8º e 9º anos existem 16.9% de alunos, de étnia negra, geralmente provenientes dos países africanos de expressão portuguesa o que pode levar a considerar-se a Escola, como uma escola multicultural.

### 3- INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DE RECOLHA DE DADOS NA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

Explícita-se, em seguida, o enquadramento teórico do ponto de vista metodológico em relação aos instrumentos utilizados, realçando-se os mapas de conceitos devido à sua originalidade como instrumento de investigação empírica.

### 3.1- Entrevistas

Neste estudo, as entrevistas foram um instrumento privilegiado de recolha de dados utilizadas nas diferentes fases da investigação. A entrevista foi escolhida como um elemento privilegiado de investigação, devido a considerar-se que é um instrumento heurístico, credível e compreensivo da realidade, pois que esta não é constituída por uma só perspectiva, mas é um “puzzle” de diferentes perspectivas, podendo elaborar-se, deste modo, um saber multifacetado. Pretendeu-se ter acesso a concepções pessoais e à obtenção de informações contextuais indispensáveis à compreensão das respostas dadas.

Todas as entrevistas tiveram um carácter interaccionista de explicitação, individual ou colectiva, de uma realidade vivida traduzidas pelas ideias explícitas ou implícitas e informações sobre as práticas dos entrevistados com o objectivo da compreensibilidade dessa realidade (Bardin, 1977).

Tentou-se criar um clima de equidade de estatuto entre entrevistado(s) e entrevistadora pois é curioso referir que, segundo Blanchet (1985), foi só no princípio do séc. XX que a terminologia da entrevista se impôs para substituir a palavra interrogatório que sublinhava o estatuto desigual dos protagonistas.

Houve uma grande preocupação na escolha dos entrevistados porque se pretendia a obtenção de dados relevantes. Foram pessoas que se pensava serem representativas do grupo a que pertenciam e que pelo conjunto das suas opiniões poderiam fornecer a imagem geral das opiniões desse grupo. Aquela preocupação teve por base a assunção que os entrevistados são ponto chave cujas perspectivas contribuem para o desenvolvimento da compreensão das variabilidades do tema a estudar.

A solicitação para acederem a serem entrevistados foi feita de maneira diferente conforme os casos. Na maioria das situações foi por uma aproximação pessoal e directa, noutros casos foi por carta.

Para a execução das entrevistas passou-se por diferentes etapas, onde houve uma prévia análise da provável situação dos entrevistados. Definiram-se os objectivos e formularam-se as hipóteses, elaboraram-se e pré testaram-se os guiões adaptados a cada uma das situações, seleccionando os assuntos a abordar e precisando os dados que se pretendia colher. Estudaram-se as formas de evitar os problemas metodológicos. Pré testaram-se todas as entrevistas para se analisar se as questões eram compreensíveis e pertinentes, para encontrar melhores questões se não estivessem bem formuladas e para servir de treino para a execução das próprias entrevistas.

Foi um processo que forneceu grande quantidade de dados com economia de tempo.

Fizeram-se esforços para desempenhar diferentes papéis como: contextualizar a situação; convidar à expressão; pôr questões; pedir previsões, opiniões e interpretações; pedir as informações precisas; tentar compreender o que é dito; regular a entrevista de modo a não fugir aos objectivos; observar comportamentos e atitudes implícitas e explícitas no discurso.

Tendo presente o que acima foi mencionado, nas 1ª (estudo preliminar e exploratório) e 2ª fases (a metáfora, a analogia e o ensino) do estudo, utilizaram-se entrevistas de natureza de reflexão retrospectiva das práticas e de opinião prospectiva a: (i) um professor com larga experiência de ensino (entrevista individual); (ii) professores de Biologia-Geologia e Física-Química

ciências de educação, neste estudo foi considerada o instrumento mais adequado a uma fase do percurso metodológico de exploração e descoberta da situação real existente. Foi uma opção feita entre uma sondagem ou um inquérito mais formal por razões de economia de tempo e de recursos.

Permitiu, pela interacção gerada, uma identificação dos conflitos e uma constatação das situações consensuais, portanto, uma identificação dos aspectos complementares, contraditórios e convergentes do tema. Contribuiu, também, para identificar variáveis pertinentes dos aspectos a ter em conta alargando uns e restringindo outros, ajudando a complementar pistas de trabalho, provocando novas reflexões, ideias e maneiras de ver o problema. Ajudou, pois, a construir uma primeira organização e estruturação do campo a estudar.

Estava-se consciente das limitações que este tipo de entrevista poderia ocasionar, nomeadamente, a superficialidade das intervenções mascaradas de conhecimento real, a pressão do grupo sobre o indivíduo, fazendo aparecer as opiniões mais fortemente implantadas em detrimento de ideias minoritárias, se não houvesse um participante muito implicado na defesa dessas ideias minoritárias.

Por razões de tradição de formação de professores, os entrevistados foram divididos em dois grupos: 8 professores de Biologia e Geologia e 6 professores de Física e Química, sendo representativos de todos os grupos disciplinares que, tradicionalmente, constituem o ensino das ciências. Foram seleccionados por serem professores no terreno, um público directamente relacionado com o estudo.

Foi-lhes pedida a expressão da sua experiência profissional real, usando a sua própria linguagem sem constrangimento dos quadros de referência ou categorias mentais. Não havia respostas certas ou erradas, mas questões de opinião pessoal e experiencial.

A entrevista foi previamente marcada com os intervenientes, tentando-se realizá-la em condições propícias em relação a instalações e a ambiente. Foi marcada a duração, cerca de uma hora, para permitir um auto-controlo da dinâmica da entrevista e gravada em audio com o consentimento de todos os participantes.

A entrevista seguiu um guião com carácter aberto, não directivo, com poucas e amplas questões. A entrevistadora evitou entrar na discussão de uma forma directa, tentando com a sua actuação evitar desvios aos objectivos, incitar ao aprofundamento de certas questões e à exemplificação concreta das práticas.

A entrevista foi organizada segundo três linhas orientadoras fundamentais: professor, aluno e actividades de ensino, ou seja, mais especificamente: (i) A linguagem metafórica na actuação dos professores em sala de aula; (ii) A linguagem metafórica e o aluno na aprendizagem da Ciência; (iii) A linguagem metafórica e o ensino da Ciência.

Em torno de cada uma destas três linhas orientadoras principais de entrevista, foram organizadas diferentes questões de modo a dar uma perspectiva global das variáveis envolvidas no tema em estudo, conforme se apresenta a seguir:

Decorrente da primeira linha orientadora, a linguagem metafórica na actuação do Professor em sala de aula, foram postas as seguintes questões:



Na sua prática lectiva utiliza, frequentemente, a linguagem metafórica? Utiliza-a espontaneamente ou programadamente? Porque é que a utiliza? Quando a utiliza? Quais as suas expectativas ao utilizá-la? Em que tipos de conceitos a utiliza mais frequentemente? Como a utiliza: por escrito ou oralmente? Como a explora?

De acordo com a segunda linha orientadora, a linguagem metafórica e o aluno na aprendizagem da Ciência, foram postas as seguintes questões :

Em sua opinião, numa situação de sala de aula, acha que o aluno está consciente que uma metáfora e/ou analogia foi usada? Pensa que os alunos distinguem uma metáfora e/ou uma analogia da realidade? Que relação acha que deve haver, entre os níveis etários dos alunos e a utilização da LM, em situação de sala de aula? Pensa que os alunos utilizam eles próprios linguagem metafórica quando querem expressar uma aprendizagem em Ciência? Quando os alunos a utilizam, usam-na de maneira diferente do professor? Qual a influência, na aprendizagem das ciências, da metáfora e/ou da analogia utilizadas nos manuais escolares ou noutro material didáctico escrito?

Decorrente da terceira linha orientadora, a linguagem metafórica e o ensino da Ciência, foram postas as seguintes questões:

Acha útil a utilização da LM, em sala de aula? Porquê? Pensa que a LM tem especial significado no ensino das ciências? Quais os problemas que vê que possam surgir quando utiliza a LM em sala de aula? O que pensa que caracteriza uma "boa" metáfora ou analogia para obter aprendizagem em Ciência? Já alguma vez teve formação (formal ou informal) relativamente à problemática da utilização da LM no ensino das ciências?

Devido às limitações das entrevistas colectivas, anteriormente referidas, os dados obtidos não foram suficientes nesta 2ª fase do estudo, tendo de ser cruzados com outros dados recolhidos através de outras fontes de informação.

### 3.1.3- Entrevista a Dois Professores Universitários que Tinham Afirmado Previamente que Trabalhavam a LM nas Aulas que Eram Responsáveis

Esta entrevista teve por objectivo a complementaridade, o aprofundamento, o esclarecimento e a compreensão das respostas dadas ao questionário previamente respondido, para conhecer o que se passava concretamente no mundo real da formação inicial dos professores de ciências.

Muitos dos professores universitários, que responderam ao referido questionário, embora este fosse anónimo, assinaram-no ou entraram em contacto pessoal através de cartões ou por telefone. Este facto possibilitou a identificação de alguns respondentes. No entanto, a escolha dos professores a serem entrevistados foi baseada, essencialmente, nas respostas dadas que pareceram poder contribuir melhor para o objectivo do estudo tendo em conta os condicionalismo da exequibilidade das entrevistas.

Foram seleccionados dois professores, um com formação inicial em Biologia e o outro com formação inicial em Geologia responsáveis pelas áreas da Didáctica na formação inicial dos futuros professores de ciências. Com base nos resultados do questionário, considerou-se não ser relevante entrevistar professores de todas as áreas a que as Didácticas dizem respeito.

Foi enviada previamente uma carta aos professores universitários (Anexo F, Vol. II). A entrevista foi realizada nos respectivos locais de trabalho, depois da anuência em relação ao tema, ao local, ao tempo de duração da entrevista (1

hora), à permissibilidade da identificação, da gravação em audio e da divulgação dos dados.

A entrevista teve um carácter semi-directivo, dividida em duas grandes linhas orientadoras, sendo a primeira de enquadramento, baseada no percurso profissional/pessoal do professor. Este enquadramento teve por objectivo averiguar das razões da introdução do tema no currículo das aulas de que o professor era o responsável. A segunda linha orientadora foi baseada na gestão do currículo de formação ou seja, nas próprias salas de aula da responsabilidade desse professor de modo a compreender o como e o quando da utilização da LM, assim como a articulação desta com outros conteúdos.

Assim, decorrente da primeira linha orientadora, foram postas questões as seguintes questões:

Que formação prévia (formal ou informal) teve em LM? Que motivação o levou a introduzir a LM no currículo da sua cadeira? Fez alguma caracterização da situação do uso da LM no ensino das ciências, junto aos alunos e/ou junto aos professores?

Decorrente da segunda linha orientadora, foram postas as seguintes questões:

Que tempo dispense no estudo da LM, em relação ao tempo total do currículo da sua cadeira? No âmbito da sua cadeira, qual a articulação do estudo da LM com outros conteúdos? Que actividades faz com os alunos na perspectiva da aprendizagem dos conteúdos da sua cadeira? Tem em conta como a LM é utilizada no ensino secundário? Que actividades faz com os alunos na perspectiva da sua futura actividade profissional como professores de ciências? Que exemplos dá? Que suportes instrumentais utiliza: documentação, fichas, materiais?

Não foram realizadas entrevistas aos professores que afirmaram não trabalhar nas suas aulas a LM, pois que, no questionário que tinham respondido previamente, eram bem explícitas as razões porque o não faziam.

#### 3.1.4- Entrevista a Professoras com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Um dos objectivos destas duas entrevistas foi o de tentar perceber a influência da formação inicial em linguagem metafórica na prática lectiva e relacioná-la com as abordagens feitas na respectiva formação inicial. Outro objectivo foi o de conhecer *se e como é que* esses professores trabalhavam, a LM na sala de aula e a sua própria avaliação dessa actividade. Partiu-se da hipótese que haveria impacto entre a formação inicial e a subsequente actividade de ensino. (Definiu-se impacto como a ligação existente entre a formação inicial e as actividades subsequentes).

Para a consecução do primeiro objectivo, foram colocadas as seguintes questões:

Na sua prática lectiva quotidiana utiliza LM? Programadamente ou espontaneamente? Exemplifique. Quais as que utiliza explicitamente? Em que contexto (como?) é que utiliza LM? Com que objectivos? Para que tipo de conceitos é que recorre à LM? Que actividades faz com os seus alunos? Como explora as potencialidades e as limitações da LM? Como é que os alunos reagem à utilização da LM? Qual a influência dos manuais, na escolha das metáforas e/ou das analogias que utiliza?

Para a consecução do segundo objectivo, foram colocadas as seguintes questões:

Acha que a sua formação inicial, sobre LM, na Universidade, teve impacto na sua actual actuação como professora de ciências? E a

supervisão de estágio? Se sim, em quê? Integra na sua actual prática na sala de aula o que trabalhou na formação inicial sobre LM?

A entrevista foi de natureza semi-directiva e demorou cerca de uma hora e meia. As entrevistas foram realizadas e gravadas em audio com prévio consentimento das professoras entrevistadas. O local da entrevista foi na própria escola onde as professoras leccionavam, na respectiva sala de professores, o que implicou a existência de alguma perturbação na sequência das entrevistas, pela interrupções que se verificaram.

### 3.1.5- Entrevista a Professores das Turmas Onde o Estudo Foi Realizado

O objectivo da entrevista foi caracterizar o mais pormenorizadamente possível as turmas e os alunos onde o estudo ia ser realizado. Essa caracterização incluía a identificação de problemas existentes, a história curricular da turma e os aspectos cognitivos, afectivos e sociais dos alunos que constituíam essas turmas.

Um outro objectivo estava baseado nos aspectos organizativos e funcionais, necessários à realização do estudo como: definir os horários, negociar o apoio logístico de materiais e equipamentos e integrar a unidade didáctica sobre o átomo na sequência curricular.

Esta entrevista teve, pois, três grandes linhas orientadoras:

i) - o conhecimento das turmas e dos alunos nos seus diferentes aspectos de que decorreram as seguintes questões:

Quais os problemas que têm surgido ao longo do ano e formas encontradas para os resolver? Quais os aspectos mais relevantes sobre a turma? Qual a opinião sobre a turma em relação a: a)

aspectos cognitivos, (aquisição e compreensão de conceitos; aplicação a situações novas; resolução de problemas; capacidade de abstracção; criatividade e imaginação; nível de linguagem) b) aspectos afectivos, (gosto pela Física e pela Química; clima da aula; aceitação do professor) c) aspectos sociais, (nível cultural; problemas familiares);

ii) - negociação sobre aspectos curriculares; iii) - organização funcional e apoio logístico à realização do estudo.

As entrevistas foram previamente acordadas, esclarecidos os objectivos e posteriormente gravadas em audio. Tiveram lugar na escola onde o estudo foi realizado, na sala dos professores do pavilhão das ciências, verificando-se algumas interrupções o que implicou alguma perturbação.

#### 3.1.6- Entrevista a Alunos

Estas entrevistas realizadas a quatro alunos (2 raparigas e 2 rapazes) de cada uma das três turmas participantes no estudo, tiveram como um primeiro objectivo fazer uma avaliação das aulas, como um segundo objectivo tentar compreender a maneira de reagir desses alunos perante uma situação problemática proposta de modo a poder avaliar a sua criatividade, imaginação, espírito de iniciativa e de resolução de problemas e como terceiro objectivo, e mais importante, o tentar compreender as estratégias metacognitivas dos alunos face aos mapas de conceitos que elaboraram antes e depois da unidade didáctica. Os dados recolhidos nestas entrevistas pretendiam conduzir a um aprofundamento da análise desses mapas e fornecer algumas indicações de como o uso da metáfora e da analogia tinha afectado a aprendizagem do conceito de átomo.

As entrevistas foram gravadas em áudio, sendo primeiramente comunicado aos respectivos encarregados de educação que os seus filhos iriam ser sujeitos de um trabalho de investigação.

Os alunos foram convidados a participarem, mas a aceitação foi voluntária. Ficou bem explícito que não haveria qualquer tipo de consequência negativa se não quisessem participar. Houve só um aluno que recusou fazê-lo.

As entrevistas tiveram lugar numa sala de aula da escola onde o estudo foi realizado e tiveram a duração de 20 a 30 minutos. Os horários foram previamente combinados com os alunos, conforme as suas disponibilidades, de modo a não prejudicarem a frequência das aulas respectivas.

### 3.2- Questionários

Considerou-se o questionário como uma forma de inquérito com determinadas características específicas, tais como, a existência de uma menor interação entre os participantes e o formulário ser constituído por questões mais padronizadas, estruturadas e sequenciais.

O questionário teve limitações na sua aplicação, pois que na ausência do autor do questionário não são possíveis esclarecimentos devido a não se poder explorar, nem o que está sintetizado numa frase, nem estimular novas respostas. Tentou-se minorar estas limitações, assegurando-se que as perguntas feitas poderiam ser respondidas com honestidade, não serem recusadas, não serem ambíguas nem de sentido duplo e apresentarem uma linguagem clara.

Em Anexo B, vol II seguem os questionários elaborados e validados para este estudo. Não se anexam os questionários estandardizados (GALT, DAT e Torrance).

### 3.2.1- Questionário a Professores Universitários Responsáveis pela Didáctica/ Metodologia das Ciências

A administração deste questionário como instrumento de investigação ocorreu na 2ª fase do estudo (a metáfora, a analogia e o ensino), com a finalidade de conhecer e analisar a realidade sobre a formação inicial de professores de ciências.

O inquérito teve como objectivo a caracterização do que se fazia em todo o País, procurando encontrar um panorama global num determinado momento, não permitindo, contudo, analisar mudanças ocorridas a médio e a longo prazo. Ao pretender-se caracterizar todo o País não se distinguiu, universidades clássicas e novas nem os ramos educacionais ou os centros integrados de formação de professores. Excluíram-se as ESE's por estas não fazerem a formação inicial dos professores do Ensino Secundário ou do 3º Ciclo do Ensino Básico, aquando da aplicação do questionário.

Não se pretendia avaliar as instituições e/ou os professores no seu trabalho de formação. Não se pretendia, também, diagnosticar a problemática de linguagem metafórica nas próprias aulas da Didáctica ou Metodologia nas Universidades. O objectivo deste questionário foi contribuir para diagnosticar o modo como a problemática da metáfora e da analogia era tratada na formação de futuros professores de ciências do 2º, 3º Ciclos do Ensino Básico e do Ensino Secundário, tendo em vista o seu futuro uso na sala de aula. Com a



aplicação deste questionário pretendeu-se, mais especificamente, atingir os seguintes objectivos:

- Identificar se a área em estudo era problemática (item 1); Identificar percepções de comportamento dos Professores Universitários perante LM (item 2 e 3); Levantar novos problemas para trabalhos futuros (itens 2 e 3); Elaborar e reformular instrumentos de análise de actuação dos professores (item 3.1, 3.2, 5); Verificar, em situação portuguesa, as afirmações retiradas da literatura em relação à aplicação diferenciada de LM em relação aos vários níveis de ensino (diferentes níveis etários) (itens 3.3, e 4,5); Confrontar as respostas dos Professores Universitários com as afirmações feitas pelos professores do Ensino Secundário nas entrevistas efectuadas previamente, quanto ao uso de LM na sala de aula (item 4 e 5); Averiguar a coerência de actuação na formação inicial com o modo que os professores pensam que a LM é utilizada na prática (itens 3.2, 4 e 5); Descrever razões de possíveis dificuldades do tema ser abordado na formação inicial (item 2).

Estes objectivos foram formulados a partir das seguintes hipóteses:

- A LM não é trabalhada nas aulas de formação inicial dos futuros professores de ciências constituindo pois uma área problemática de estudo; A LM é utilizada no ensino das ciências predominante, nos níveis etários intermédios. (Nos níveis mais baixos a sua utilização pode relevar-se demasiado complicada pelo grau de abstracção exigido e nos níveis mais altos pode ser tida como infantilizante); A LM é utilizada predominantemente para tornar mais atraente/motivante a informação. Tendo pois um papel importante na motivação, não sendo explorada em todas as suas potencialidades; Embora os professores universitários pensem que a LM é utilizada em grande escala na

actuação quotidiana dos professores de ciências, há várias ordens de constrangimentos que impedem o aprofundamento das questões LM/ensino das ciências nomeadamente, problemas ligados à gestão e organização da disciplina e à formação.

Recorreu-se ao inquérito de administração directa por não se ter outra forma mais rigorosa e menos dispendiosa, já que se queria atingir o universo dos professores universitários. Não se pôde considerar uma sondagem típica, pois já estavam formuladas hipóteses de investigação e definidos os objectivos, tendo, portanto, este questionário uma maior consistência e maior grau de elaboração que uma simples sondagem.

Os questionários foram pré-testados com colegas de trabalho e de acordo com as críticas foram refeitas as questões que se revelaram confusas ou irrelevantes, alterada a ordem de algumas questões e introduzidas outras por sugestão dos respondentes.

O questionário era constituído por seis questões e subsequentes fundamentações das respostas dadas. Era, fundamentalmente, constituído por duas partes. Na primeira parte era constituído por três itens, pretendendo-se investigar se os professores trabalhavam com os seus alunos/futuros professores a relação LM/ensino das ciências. Na 2ª parte era constituído por 3 itens, pretendendo-se investigar como é que os Professores pensavam que a LM era utilizada nas salas de aula de ciências dos 2º e 3º ciclos do ensino básico e do ensino secundário do sistema formal de ensino.

As respostas dadas, por vezes, não foram bem explícitas o que implicou a necessidade de entrevistas posteriores para complementar e aprofundar o que tinha sido dito. Como a amostragem era constituída por professores

universitários, possuindo uma experiência muito grande em técnicas de investigação, as questões foram condensadas, o que as tornou pouco numerosas, mas com uma certa profundidade focadas nas questões importantes, o que em certos casos, dificultou as respostas.

Devido à dispersão geográfica dos respondentes os questionários foram enviados pelo correio conjuntamente com uma carta selada para resposta ou entregues pessoalmente. O questionário foi acompanhado de uma carta de apresentação ou foram feitos contactos prévios pessoais explicando o contexto e o objectivo do questionário.

Dos 28 questionários enviados foram devolvidos 23. Posteriormente, foi enviado um cartão pessoal agradecendo a devolução do questionário.

### 3.2.2- Questionário a Alunos

Este questionário, elaborado pela investigadora, foi administrado aos alunos seleccionados e voluntários das três turmas onde o estudo foi realizado com o objectivo do aprofundamento da investigação. Foi administrado numa sala da própria escola. O questionário foi respondido individualmente, sem limite de tempo, depois de ter sido pré testado em alunos das mesmas turmas e reformulado conforme as dificuldades encontradas. Foi previamente analisado por um psicólogo e pelas duas professoras responsáveis pelas turmas para identificar se haveria algumas questões que pudessem ser incorrectas, prejudiciais ou ferirem a sensibilidade dos alunos.

O questionário era constituído por vinte e duas questões sendo pedidas maioritariamente, respostas de escolha múltipla, havendo, contudo, quatro

questões abertas e duas explicitações da razão de escolha da resposta múltipla numa perspectiva mais compreensiva e menos factual.

Foi previsto que o questionário demoraria 30 minutos a ser respondido.

O primeiro objectivo deste questionário foi identificar os hábitos de familiaridade e gostos pessoais dos alunos com formas de linguagem figurativa, além da linguagem metafórica, tais como, provérbios, anedotas (3 questões); familiaridade com formas criativas da linguagem figurativa que estão tradicionalmente ligadas a actividades artísticas, nomeadamente pintura e teatro ou às letras como romances ou poesias (7 questões); Identificar o gosto pela Ciência escolar e extra-escolar (7 questões). A dificuldade versus facilidade da compreensão da linguagem escolar, nomeadamente no que se refere a exemplos e comparações (4 questões), constituiu um segundo objectivo deste questionário.

### 3.2.3- Questionário GALT - Group Assessment of Logical Thinking

Este questionário foi administrado de acordo com o pressuposto que a construção conceptual em Ciência, através da utilização da metáfora e/ou analogia em contexto escolar, depende do desenvolvimento cognitivo do aluno.

O questionário GALT foi criado para medir o desenvolvimento cognitivo dos alunos desde o 6º ano de escolaridade até aos universitários. Foi desenvolvido por Roadranga, Yeany e Padilla em 1983, na Universidade da Geórgia, no Departamento de "Science Education". É constituído por 21 questões que medem seis operações lógicas. As questões estão distribuídas por: quatro questões sobre conservação, seis questões sobre proporcionalidade, três

questões de raciocínio de probabilidades, três questões de raciocínio combinatório, duas questões de correlação e três questões de controlo de variáveis. É usada uma forma de teste de “papel e lápis” e é constituído por 18 questões com um formato de escolha múltipla, tanto para as respostas como para a respectiva justificação à resposta dada, empregando sempre para todos os itens representações pictoriais de objectos reais para completar a leitura dos itens. Os itens do texto foram pré testados, pelos autores, e como resultado foram modificadas as palavras complexas e o comprimento das frases para facilitar a leitura das questões e das justificações. Segundo os autores do teste o conteúdo dos itens é proveniente de investigações prévias desenvolvidas por Ankey e Joyce (1974), Burney (1974), Longeot (1968). No entanto, a maior parte dos itens é proveniente das pesquisas de Lawson em 1978 e do teste por ele desenvolvido: “Classroom Test of Formal Operations”. A validade e a fiabilidade do teste foram determinados, pelos autores, usando uma população de 628 alunos dos vários graus de ensino, divididos em 54 escolas públicas americanas.

Para efeitos de validação os autores fizeram 90 entrevistas usando tarefas piagetianas relacionadas com as descritas por Inhelder e Piaget (1957, 1975) correspondentes às seis operações lógicas. Estas entrevistas foram realizadas por quatro entrevistadores previamente treinados e um observador que registava os resultados e os analisava para evitar inconsistência. As tarefas foram previamente testadas por Lawson (1978), Tobin e Capie (1980). O teste permite distinguir entre estádios de desenvolvimento cognitivo de nível concreto, transicional e formal, conforme os resultados obtidos nas respostas. Os autores obtiveram um coeficiente de validade igual a 0.71 ( $p < 0.001$ ). A correlação obtida entre a classificação de um respondente e este questionário

e usando a entrevista foi igual a 0.08. A dificuldade dos itens varia entre 0.2 e 0.78 com uma média de 0.40. Os itens mais difíceis são os proporcionais e os de correlação com uma média de 0.16 e 0.11 respectivamente. Os itens relacionados com a conservação são mais fáceis, com uma média de 0.63.

O questionário teve de ser traduzido para português. A tradução, feita pela investigadora, foi validada por três professores universitários bilingues de modo a não permitir a distorção das questões. Uma professora de ciências do ensino secundário verificou se o teste estava adaptado aos alunos portugueses do 9º ano, quer em termos de vocabulário, quer de compreensibilidade. O teste foi pré testado em três alunos do 9º ano, sendo-lhes pedido para explicitarem as dificuldades sentidas. Foram feitas as correcções consideradas necessárias.

O questionário foi administrado num contexto normal de actividade lectiva no mês de Janeiro, ao conjunto de alunos das três turmas do estudo (75) do 9º ano e respondidos durante o período de tempo de uma aula (50 minutos).

#### 3.2.4- Questionário DAT - Differential Aptitude Test

O teste, denominado Questionário DAT, é o teste vulgarmente mais aplicado para medir aptidões diferenciais pois que está construído de uma forma cuidadosa e fiável (Duarte. 1984). Foi desenvolvido por George K. Bennett, Harold G. Seashore e Alexander G. Wesman nos Estados Unidos da América, publicado em 1947 com edições revistas em 1962, 1972 e 1982. Foi utilizada a versão de 1982. É uma bateria de testes que pretende analisar as aptidões verbais, numéricas, de raciocínio abstracto, espaciais, mecânicas e perceptivas de alunos do 8º ao 12º ano, com idades compreendidas entre os 12 e os 18 anos.

No manual que acompanha esta bateria está previsto que os testes podem ser aplicados independentemente. Assim, neste estudo, do conjunto de testes constituintes desta bateria, foi só aplicado o teste de aptidão verbal (DAT-VR). Esta decisão foi tomada baseada no pressuposto que os alunos com grande aptidão verbal teriam maior facilidade em compreender e utilizar metáforas e/ou analogias em situação formal de ensino.

O teste foi validado, pelos autores, numa população escolar de 47 alunos, numa primeira fase, e 50 mil numa segunda fase. A validade deste teste é problemática devido a teoricamente pôr-se em causa se as aptidões são realmente diferenciais. Existem contudo muitos estudos sobre a validade deste teste (Duarte, 1984). A fiabilidade do teste de aptidão verbal, aplicado individualmente, varia entre 0.84 e 0.91. Os coeficientes de teste-reteste é de 0.9 e a consistência interna acima de 0.8.

No teste de aptidão verbal o aluno deve escolher uma resposta entre as cinco que se lhe oferecem. Os testes tentam apreciar as aptidões dos alunos com a maior independência possível em relação ao grau de conhecimentos académicos. Especificamente pelo teste de raciocínio verbal (VR) obtém-se uma medida de aptidão para compreender conceitos expressos através de palavras. Aprecia, essencialmente, as capacidades de abstracção, de generalização e de pensar constructivamente e não a fluidez verbal ou o conhecimento de vocabulário. Este teste, de 50 itens, é construído com base em analogias, usando vocabulário muito simples e com conteúdos, suficientemente familiares, de várias áreas científicas. Cada item é constituído por uma frase a que falta a primeira e a última palavras. A escolha da resposta é feita entre cinco pares de palavras para completar a frase. A dificuldade dos

itens está na complexidade do raciocínio requerido para estabelecer a relação adequada.

O teste utiliza como material um caderno e uma folha de respostas. Este material é prático e simples de ser aplicado. Na tradução procurou-se que o processo mental requerido para estabelecer a analogia adequada permanecesse idêntico, embora houvesse alterações no conteúdo verbal.

O teste foi aplicado a todos os alunos das três turmas envolvidas no estudo, nos trinta minutos prescritos, com o objectivo de fornecer dados para a obtenção de uma panorâmica geral do nível das referidas turmas em relação à aptidão verbal do conjunto dos alunos e assim se poder adequar o nível da linguagem à subsequente leccionação das aulas.

Seguiram-se para a tradução e para a validação do teste americano à população portuguesa os mesmos procedimentos utilizados para o questionário GALT.

### 3.2.5- Questionário de Torrance - Teste de Pensamento Criativo

Este teste, baseado no trabalho de Torrance nos anos 60 (1966), pode ser aplicado aos alunos desde o pré-escolar até à universidade. O teste existe numa forma verbal e numa forma figurativa, cada uma das quais apresenta duas versões alternativas (A e B). Utilizou-se a versão de "Testes figurativos - forma A".

O teste foi testado, pelos autores, em 500 alunos desde o pré-escolar até aos universitários. É baseado no princípio que é necessário pouco esforço cognitivo para dar respostas comuns, óbvias ou aprendidas. Em contraste, mais esforço cognitivo é necessário para responder de forma não habitual, não



aprendida previamente, não comumente aceite e afastado do óbvio e do senso comum. O teste pretende medir a “força criativa” que não está relacionada com a inteligência.

As respostas aos itens (denominados actividades) deste teste são essencialmente de desenho, requerendo pouca linguagem escrita. O teste consiste em combinações de elementos aparentemente não relacionados que provocam curiosidade, actividade imaginativa e interesse. A imaginação e os pormenores são funções de capacidade criativa.

A fiabilidade é acima de 0.90. Os coeficientes de teste-reteste variam entre 0.60 e 0.80. Quanto à validade o autor refere vários estudos que confirmam que as cotações obtidas nos testes estão relacionadas com características comportamentais correlacionadas com a criatividade.

Para aplicação do teste é só necessário um lápis, clima adequado e um controlo no tempo de execução das tarefas. Não é aconselhável aplicar em grandes grupos.

O teste é constituído por 3 tipos de actividades: (i) construir figuras a partir de uma linha curva e dar um título ao desenho efectuado; (ii) completar as figuras a partir de linhas e dar um título a cada um dos desenhos efectuados; (iii) construir o maior número de desenhos possíveis, a partir de conjuntos de duas linhas verticais e dar um título a cada um deles.

Este teste foi administrado ao conjunto dos 12 alunos das três turmas do estudo seleccionados para se aprofundar os mecanismos cognitivos subjacentes à elaboração dos mapas que tinham elaborado. Este teste foi aplicado partindo do pressuposto teórico que criatividade, compreensão,

produção e utilização da metáfora e da analogia estão relacionadas. Os alunos mais criativos terão menos dificuldades cognitivas relacionadas com toda a problemática do uso da LM na construção conceptual. O teste foi respondido individualmente e durante o período de tempo recomendado no respectivo manual. Foi feita uma breve introdução ao teste antes de este ser realizado pelos alunos, explicando os objectivos, o modo e o tempo disponível para executar as tarefas propostas.

### 3.3 - Fichas

As fichas foram administradas a professores (ficha de definição de termos) e a alunos (ficha de diagnóstico e ficha de avaliação) conforme a seguir se descrevem.

Estas fichas apresentam-se no Anexo C, Vol II.

#### 3.3.1- Ficha de Definição de Termos

O objectivo desta ficha foi testar com os professores de ciências, a clareza da definição operacional da metáfora e da analogia para uma melhor compreensibilidade destes conceitos.

Era pedido, aos professores, para classificar frases em analogias (A), metáforas (M) ou nenhuma delas (0), justificando a razão da escolha, utilizando a definição operacional que era fornecida (cf. II Parte, Cap I - Definições). As frases apresentadas foram:

A célula está para a vida assim como o Sol está para o nosso sistema planetário, ambos são o centro. As nucleoproteínas são o esqueleto do DNA. Suponha que o DNA é uma escada com degraus de açúcar. O sol é semelhante á estrela polar. Os planetas

não têm carga eléctrica negativa como os electrões. As células são os tijolos do corpo dos seres vivos. As células têm formas diferenciadas como esféricas, alongadas, ramificadas, etc. Os satélites não são estrelas mas planetas. O tecido epitelial é como um jogo de legos.

### 3.3.2- Ficha de Diagnóstico do Conceito de Átomo (Modelo Atómico de Bohr)

#### Utilizando a Analogia com o Sistema Solar

A ficha utilizada, neste estudo (cf. III Parte, Cap. II - A Aprendizagem do Conceito de Átomo) explorou a analogia tradicional entre o nosso sistema planetário e o modelo atómico de Bohr. Nesta ficha obteve-se e analisou-se uma lista de semelhanças e diferenças entre os dois domínios de analogia utilizada na perspectiva dos alunos.

Era pedido aos alunos que escrevessem durante 10 a 15 minutos em duas colunas separadas, as semelhanças e diferenças entre aqueles domínios. Na ficha entregue estava escrito um primeiro exemplo de como a preencher.

O objectivo desta ficha, construída de acordo com o modo acima descrito, foi dar informações aos professores sobre a compreensibilidade da constituição do átomo utilizando as analogias positivas e as negativas (Hesse, 1966).

Esta ficha foi administrada individualmente na primeira aula do programa de Química do 9º ano, tendo sido previamente testada com alunos que não pertenciam às turmas onde a ficha foi aplicada.

### 3.3.3- Ficha de Avaliação do Trabalho Realizado sobre a Analogia entre o Átomo (Modelo Atômico de Bohr) e o Sistema Solar

Depois do preenchimento da ficha de diagnóstico descrita no ponto anterior e da discussão subsequente na turma foi aplicada uma ficha de avaliação (cf. III Parte, Cap. II - A Aprendizagem do Conceito de Átomo) onde os alunos responderam a três questões: (i) - O que é que a ficha de diagnóstico e a discussão na aula os tinham ajudado na compreensão da estrutura atômica; (ii)- que dificuldade é que sentiram no preenchimento da ficha de diagnóstico; (iii) - que sugestões apresentavam para melhorar a estratégia utilizada.

## 4- DOCUMENTOS

Fez-se a análise documental de manuais escolares e dos documentos curriculares oficiais.

### 4.1- Manuais Escolares

Nesta investigação os manuais escolares foram analisados em duas fases cronológicas diferentes pretendendo-se atingir objectivos diferentes.

Em ambas as fases cronológicas do trabalho de análise dos manuais escolares, foram definidos os seguintes pressupostos:

- A LM é uma linguagem utilizada nos manuais;
- A informação contida nos manuais é uma importante base de trabalho dos professores em sala de aula.

#### 4.1.1- Análise dos Manuais Escolares Mais Divulgados

Não se pretendeu realizar um trabalho exaustivo de análise de manuais escolares mas o objectivo foi fazer um levantamento das metáforas e/ou das analogias que os manuais, mais divulgados (vendidos) no mercado, utilizavam de modo a poder identificar em situação de aula a influência da LM utilizada nos manuais na prática dos professores.

Foram analisadas, a título preliminar, uma unidade didáctica - a célula - constituinte de manuais de duas disciplinas de ciências (Ciências da Natureza e Biologia) de dois diferentes níveis de escolaridade (6º e 11ª anos). Foi escolhido o conteúdo curricular - a célula - por ser um conceito microscópico, portanto de difícil visualização, acarretando tradicionalmente problemas de aprendizagem. Quando esta análise de manuais foi realizada ainda não se tinha optado pelo estudo do conceito de átomo.

#### 4.1.2- Análise de Unidades Didácticas dos Manuais Adoptados na Escola Onde foi Realizada a Investigação

O trabalho de análise de manuais adoptados e em uso nas três turmas em que se fez o estudo, teve por objectivo identificar quais as metáforas e as analogias utilizadas pelos autores desses manuais em relação ao conceito de átomo. Pretendeu-se conhecer qual o possível grau de familiaridade que os alunos possuíam com determinadas metáforas e/ou analogias. Posteriormente, equacionou-se se teria havido alguma influência das metáforas e das analogias escritas nesses manuais na compreensão dos conceitos que iriam ser trabalhados em situação presencial (nas aulas). Fez-se, pois, um levantamento exaustivo das metáforas e das analogias quer no manual do 8º

ano (FQ8), quer do 9º (FQ9), nas unidades relacionadas com o estudo do átomo.

#### 4.2- Currículos

Portugal encontra-se, actualmente em fase de implementação e expansão da Reforma Educativa. A reforma curricular é uma das vertentes que poderia trazer à sala de aula, inovações didácticas.

Foram-se analisar os documentos oficiais da Reforma Educativa de todos os níveis de ensino, relativamente ao contexto geral da organização curricular e, mais especificamente, os documentos oficiais onde estão incluídos os programas das várias disciplinas de ciências conforme a seguir se refere:

Organização Curricular e Programas - Ensino Básico 2º e 3º Ciclos (vol. I e II); Programa Ciências da Natureza: plano de organização do ensino-aprendizagem - Ensino Básico 2º Ciclo (vol. II); Programa Ciências Naturais: plano de organização do ensino-aprendizagem - Ensino Básico 3º Ciclo (vol. II); Ciências da Terra e da Vida, Biologia, Geologia. Organização Curricular e Programas - Ensino Secundário. (DGEBS,1991).

Partiu-se do pressuposto que a informação contida nos programas oficiais, nomeadamente a que consta nas sugestões metodológicas, influencia o trabalho dos professores em sala de aula.

O objectivo da análise dos programas das várias disciplinas de ciências foi o de averiguar se existe alguma referência a metáforas e analogias. Esta análise foi, essencialmente, mas não de uma forma exclusiva, centrada nas sugestões metodológicas e nas actividades propostas.

## 5- OBSERVAÇÃO EXPLORATÓRIA DE AULAS

A observação de aulas que se executou, na 1ª fase do estudo (estudo preliminar e exploratório), teve por objectivo fazer descrições detalhadas de *como, quando e porquê* os professores de ciências usavam a LM em sala de aula, isto é, descrever a actuação corrente do professor em relação á utilização de linguagem metafórica. Simultaneamente pretendeu-se, ainda, em situação de sala de aula, descrever a utilização da LM pelos alunos e analisar o respectivo comportamento cognitivo quando estes são expostos ao uso de metáforas e/ou analogias pelo professor, isto é, o que os alunos entendem da linguagem metafórica utilizada pelo professor em contexto de sala de aula, que conduzirá á aprendizagem dos conceitos em Ciência. Focou-se, assim, a observação na utilização pelos professores e alunos da linguagem metafórica no ensino-aprendizagem dos conceitos em Ciência e na compreensibilidade pelos alunos dessa LM utilizada.

Os actores a observar foram professores e os respectivos alunos. As aulas observadas foram de ciências (6º ano de Ciências da Natureza, 9º ano de Física-Química e 11º ano de Biologia).

A análise das observações feitas à actuação dos professores fez-se segundo categorias pré definidas pela investigadora e que continham as variáveis relativas à LM que se pensou serem relevantes para a análise das relações entre as actividades dos professores e a aprendizagem dos alunos. Utilizou-se uma grelha de observação de aulas, que se anexa, constituída pelas seguintes categorias:

### 1ª Categoria - Compreensibilidade

Subcategorias: - Abstracção: (i) fonte concreta com alvo abstracto; (ii) fonte abstracta com alvo abstracto; (iii) fonte abstracta com alvo concreto; (iv) fonte concreta com alvo concreto; - Familiaridade: (i) fonte conhecida com alvo desconhecido; (ii) fonte desconhecida com alvo desconhecido; - Complexidade: (i) mapear simples; (ii) mapear complexo.

### 2ª Categoria - Adequabilidade

Subcategorias: - Conceitos abstractos; - Conceitos concretos mas não passíveis de serem observados sem auxílio de instrumentos; - Processos.

### 3ª Categoria - Função

Subcategorias: - organizador prévio; - relembrar conhecimentos anteriores; - desanuviadora do clima de sala de aula; - avaliativa.

### 4ª Categoria - Exploração Didáctica

Subcategorias: - limita; - indica outro sentido de interpretação; - provoca feedback; - utiliza analogias múltiplas; - atenta às presumíveis concepções alternativas dos alunos.

### 5ª Categoria - Interação

Subcategorias: 1- Centrado no professor: (i) com programação prévia; (ii) espontaneamente; 2- Centrado no(s) aluno(s): (i) individualmente; (ii) aos pares; (iii) em grupo; - Centrado na relação professor/aluno: (i) exploração da LM utilizada espontaneamente pelos alunos; (ii) exploração dos conhecimentos prévios dos alunos; (iii) exploração do meio cultural dos alunos.



## 6ª Categoria - Forma de Utilização

Subcategorias: 1- Escrita: (i) acetatos e outros materiais audiovisuais; (ii) fichas de trabalho; (iii) fichas informativas; (iv) esquemas e gráficos; (v) textos; 2- Oral - Do professor: (i) exposição- informação; (ii) resposta a questões e dúvidas dos alunos; (iii) controle da disciplina na aula; (iv) avaliação da aprendizagem; - Do aluno; (i) comunicação livre; (ii) resposta a perguntas; (iii) explicações a colegas.

Ocorreram conversas informais subsequentes, com professores e alunos, após a observação das aulas o que permitiu retirar elementos relevantes para a planificação da investigação.

## 6 - MAPA DE CONCEITOS

O mapa de conceitos resulta dos trabalhos de Novak e é definido no seu livro de 1984, como:

“relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Um mapa de conceitos reflecte a organização e os conceitos da estrutura cognitiva” (p.15).

Numa perspectiva mais abrangente pode-se referir a definição de Diekhoff (1982) para os mapas cognitivos:

“refers to the process by which an organism makes representation of its environment in its brain, an activity which most contemporary brain scientists seem to agree is one of the brain's main function” (p. 29).

Os mapas de conceitos tem ainda a potencialidade de transformarem o conhecimento factual em conhecimentos estrutural (que relaciona os diferentes factos) e processual (que opera com conhecimentos novos) (Spiegel, 1992).

Na literatura aparecem nomenclaturas diferentes baseadas nos processos de elaboração de mapas quer por alunos quer por peritos, como se apresenta em seguida: organizadores gráficos (Spiegel, 1992 e Moore e Readence, 1984); conceptualgramas (Febvre e Giordan, 1990); mapas de conhecimento (Dansereau, 1989); mapas de ideias (Armbruster e Anderson, 1984); redes “networks” (Holley e Dansereau, 1984); Mapa de conceitos (Novak e Gowin 1984); mapas cognitivos (Diekhoff, 1982); teias (Cleland, 1981); mapas hierárquicos (Holley et al., 1979); mapas semânticos (Norman e Rumelhart, 1975); mapas cerebrais (Buzan, 1974).

Qualquer que seja a nomenclatura utilizada, este tipo de instrumento é baseado no pressuposto que a estrutura cognitiva é formada por conceitos que não existem isolados mas ligados por relações. Essas relações podem ser entre conceitos ou subdomínios desses conceitos, formando no seu conjunto o significado do conhecimento e embora as nomenclaturas referidas estejam todas relacionadas nos seus pressupostos o nome “mapas de conceitos” está mais de acordo com a teoria de aprendizagem de Ausubel (1968), seguida neste estudo. Conforme a nomenclatura de Ausubel (1968), a aprendizagem significativa resulta quando conscientemente, explicitamente e não arbitrariamente se incorpora um novo conhecimento em conceitos ou proposições relevantes que já se possui.

Segundo Dansereau (1989), um mapa de conceitos activa, conjuntamente, os processos cognitivos perceptuais, espaciais e linguísticos verbais e, conseqüentemente, um processamento de informação mais profundo é estabelecido quando ambas as estruturas são apresentadas juntas, constituindo um metaconhecimento. O mapa de conceitos apresenta-se como

um modelo de análise para examinar a interação e organização daqueles dois sistemas durante a compreensão, memorização e utilização de informação. Um mapa de conceitos é dinâmico, pode alterar-se. O processo de criar, confirmar, reformular, reelaborar é um processo reflexivo e de tomada de consciência (Novak et al, 1990).

Um mapa de conceitos descreve não só a estrutura do conhecimento relacionado com a compreensão de uma área mas também indica a representação interna de um conjunto de conceitos que o aluno possui. Smith (1992) sugere que a estrutura conceptual está intimamente ligada à aplicação do conhecimento. De acordo com esta afirmação espera-se que o mapa de conceitos forneça uma representação adequada de como os alunos estruturam o seu conhecimento.

Os mapas de conceitos, na sua origem, tinham o objectivo de explorar as aprendizagens significativas através do ensino audio-tutorial em educação em Ciência na escola elementar (Novak,1972). Desde então foi crescendo a sua importância e expandindo-se a sua aplicação, podendo ser utilizados como instrumento de investigação, de ensino e de aprendizagem, de diagnóstico, de estudo, de comunicação, de base para decisões curriculares, de desenvolvimento das estruturas cognitivas, de avaliação, como ajuda metacognitiva ensinando a como aprender fazendo adquirir uma alta compreensão do mundo conceptual.

Com os estudos investigativos sobre mapas de conceitos tem-se obtido resultados de grande importância, traduzindo-se, por exemplo, pela realização de reuniões científicas internacionais na Universidade de Cornell, Ithaca, Nova York, nos Estados Unidos de três em três anos e pelo aparecimento desta

temática em número autónomo dedicado exclusivamente a este assunto no *Journal of Research in Science Teaching* (vol. 27, nº 10, 1990).

Sendo o mapa de conceitos uma representação gráfica do conhecimento estes são diferentes de esquemas, de gráficos e de quadros, pois têm a capacidade de representar uma variedade de relações e estruturas com uma simples representação, sendo flexíveis o que permite a representação de uma grande amplitude entre os conceitos abstractos e os conceitos concretos.

Um mapa de conceitos apresenta sempre a mesma estrutura, com os conceitos, que podem ser apresentados como figuras ou expressões matemáticas, isolados por círculos e dispostos hierarquicamente (conceito mais geral no cimo do mapa) e ligados por linhas com legendas que descrevem como os conceitos estão interligados. Dois conceitos que estejam ligados referem-se a uma informação. Pode haver ligações cruzadas ("cross links") que ligam diferentes segmentos da hierarquia de conceitos. Podem indicar conceitos que estão relacionados ou novas interpretações dos conceitos baseados em pensamento criativo.

Elaborar um mapa de conceitos é representar, de uma forma dimensional, concreta e real, o desenvolvimento da estrutura conceptual não só dos conceitos existentes e adquiridos, mas também das suas interrelações. É uma forma de saber como os alunos pensam, se organizam conceptualmente e compreendem o significado de determinado conceito.

As etapas de elaboração de um mapa de conceitos segundo Ault (1985) são: 1 - seleccionar os conceitos; 2 - escolher os mais relevantes; 3 - ordenar os conceitos; 4 - fazer grupos de conceitos conforme o seu nível de abstracção e a

sua forma de interrelação; 5 - dispôr graficamente os grupos de conceitos de uma forma bidimensional; 6 - ligar os conceitos com linhas e legendar a linha.

Fazer um mapa requer ao aluno pensar em direcções múltiplas e mover-se entre diferentes níveis de abstracção. Para o aluno colocar o conceito no sítio certo do mapa ele tem de possuir o conhecimento de natureza e dos atributos desse conceito.

Segundo Novak e Gowin (1984), a leitura de um mapa pode dar-nos indicações sobre o modo como o aluno integrou novos conhecimentos. Por exemplo, se apresentar um mapa com ligações verticais entre os conceitos pode-se inferir que os conceitos adquiridos tendem a ser facilmente esquecidos, enquanto que aqueles que apresentam ligações laterais cruzadas entre conceitos terão uma estrutura conceptual mais complexa e, portanto, realizaram uma aprendizagem mais significativa.

Existem algumas limitações na aplicação de mapas de conceitos. Podem facilmente tornar-se confusos, pois se se esquece uma coisa no mapa logo se esquecem outras.

Como qualquer outro instrumento, técnica ou método, o mapa de conceitos pode ser mais útil para certos alunos do que para outros, pois interfere, nomeadamente, com as características pessoais e de personalidade, com os estilos cognitivos e com os conhecimentos anteriores. Como é um instrumento diagramático implica as necessidades de síntese nas próprias palavras. A lógica organizacional diagramática pode não ser a mais adequada a todos os alunos. Parece, pois, que este instrumento favorece os alunos com baixa aptidão verbal, sendo uma hipótese possível que os alunos com alta aptidão

verbal se sintam constrangidos, limitando a sua capacidade de expressão (Stensvold e Wilbon, 1990).

Quando um aluno não constrói correctamente um mapa de conceitos pode ser devido a várias causas, ou falta de conhecimento do conceito ou falta de interligação entre conceitos ou dificuldades em transferir o conhecimento para uma forma esquemática.

Construir uma mapa requer prática, o que gasta tempo. A análise das representações dos conceitos pelos alunos envolve juízos sobre a proximidade ou afastamento de mapas estandardizados. As diferenças entre indivíduos que fazem esses juízos é uma fonte de limitações em relação à fiabilidade do instrumento.

Neste estudo a opção de usar mapas de conceitos como um instrumento de investigação foi baseada no pressuposto que a construção de mapas de conceitos representa as redes conceptuais e, portanto, a organização cognitiva do aluno. Utilizou-se os mapas de conceitos como instrumentos de recolha de dados antes da sequência de aulas, para representar graficamente o conhecimento que o aluno possuía sobre o conceito de átomo e depois da leccionação da sequência de aulas, como instrumento de avaliação, para examinar as novas estruturas conceptuais dos alunos (Champanhe et al., 1991). O objectivo de usar um pré-teste e um pós-teste foi, pois, examinar a influência da utilização da metáfora e/ou da analogia na aquisição e na mudança conceptual do conceito de átomo do aluno e comparar as representações estruturais cognitivas dos alunos antes e depois da sequência de aulas. Assim, a hipótese de partida foi formulada com base na ideia que se poderia detectar mudanças na representação do conceito de átomo e que no

pós-teste essa representação seria mais completa e consequente com a noção de átomo aceite pela comunidade científica. Com esta feitura do mapa pré e pós sequência de aulas pode-se, pois, avaliar o grau de aprendizagem pela verificação de como novos conceitos e relações conceptuais estão ligados com os conhecimentos preexistentes e também a complexidade da sua estrutura.

O pré-teste foi proposto para se analisar os conhecimentos anteriores que os alunos possuíam sobre o átomo. O conhecimento anterior estabelece fronteiras que identificam o papel único de informação nova integrando-a ou rejeitando-a. Crescimento conceptual e aprendizagem não são só uma expansão de factos e conceitos interrelacionados, mas uma modificação do próprio conhecimento anterior que lhe permite criar um clima cognitivo para descobertas novas. Esta perspectiva baseia-se na psicologia de Ausubel e nas concepções de assimilação vindas da psicologia cognitiva: Bransford e Johnson (1972) concluíram nos seus estudos que para a aprendizagem significativa era um factor chave a grelha de conceitos relevantes ou afirmações que o sujeito já possuía.

A primeira aula de 50 minutos foi sobre como se construir um mapa de conceitos, ilustrando passo a passo com o conceito de “escola” que não implicava conhecimentos disciplinares. Este mapa tinha sido previamente construído pela investigadora, mas não foi utilizado, pois outros mapas foram sendo construídos com as intervenções dos alunos. Foi demonstrado que poderia haver vários mapas de conceitos sobre a “escola”, concluindo-se que não há mapas correctos e únicos, mas aqueles que estão mais próximos do conceito.

Os alunos fizeram o seu mapa de conceitos. Esta opção de serem os alunos a elaborarem, na sala de aula, o seu próprio mapa e não ter sido dado um mapa já elaborado, fundamentou-se na ideia que haveria uma menor confusão, um maior impacto e uma maior possibilidade de uma aprendizagem significativa, já que os alunos não estavam habituados a usar mapas de conceitos como instrumentos de ensino.

Numa investigação de metaanálise sobre mapas de conceitos realizado por Horton et al. (1993), concluiu-se, em diferentes estudos, que quando os alunos preparam os seus próprios mapas mostram melhor aproveitamento se forem eles próprios a escolherem os termos chave necessários para construir os seus mapas. Provavelmente por esta razão, os mapas elaborados pelos alunos e não por peritos são mais comuns nas investigações realizadas (79% no referido estudo de metaanálise).

Escolheu-se uma estratégia de elaboração de mapas de forma individual para ter acesso às concepções pessoais e não de comunicação ou de modificação de atitudes ou aprendizagem em grupo.

Tal como para os outros instrumentos, o modo de analisar os mapas de conceitos vem descrito conjuntamente com os resultados.

## CONCLUSÃO

Para cada uma das fases definidas envolveram-se diferentes intervenientes, conforme os objectivos propostos, as questões de investigação, os pressupostos e as hipóteses de trabalho. Construíram-se e utilizaram-se instrumentos metodológicos variados para recolher os dados requeridos numa investigação com características multimetodológicas. Teve-se em conta as



limitações desses instrumentos e estudaram-se as formas possíveis de as evitar.

Contextualizou-se o estudo realizando-se uma caracterização pormenorizada da Escola, dos alunos e das turmas onde a 3ª fase do estudo empírico se realizou.

Para uma mais fácil sistematização da investigação apresenta-se, em seguida, um quadro com a articulação do faseamento do estudo empírico e onde se regista os objectivos, as questões de investigação e as actividades realizadas em cada uma das fases.

Quadro 1

Faseamento do estudo empírico

**1ª FASE**

**Estudo Preliminar e Exploratório**

Identificar e Analisar a relevância e a pertinência da problemática em estudo

Observações de aulas  
Entrevistas  
Ficha de validação da definição de metáfora e de analogia

Quais as práticas e a formação de professores relativamente à LM?

**2ª FASE**

**A Metáfora, A Analogia e o Ensino**

Conhecer e compreender as razões da utilização da LM no ensino

Entrevistas  
Questionários  
Análise de Manuais Escolares  
Análise de Documentos Curriculares Oficiais

Os alunos transformam a LM em linguagem científica em contexto de sala de aula?

**3ª FASE**

**A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem**

Contribuir para a compreensão da relação entre a LM e a aprendizagem

Leccionação de Aulas  
Mapas de Conceitos  
Entrevistas  
Questionários  
Testes  
Estandarizados  
Análise Documental

## **II PARTE**

### **Construção do Quadro Referencial Teórico**



## Capítulo I

### PERSPECTIVAS SOBRE A METÁFORA E A ANALOGIA

#### INTRODUÇÃO

Numa dimensão globalizante e conforme os diferentes pontos de vista de análise, poderemos afirmar que nos estudos sobre a metáfora e a analogia há uma grande diversidade de perspectivas teóricas quanto à caracterização dos respectivos conceitos, aos elementos constituintes e à função desempenhada pela metáfora e pela analogia para não referir os aspectos da nomenclatura. Antes de se estudar a metáfora e a analogia é necessário clarificar os respectivos conceitos definindo do que é que se está a tratar. As definições de metáfora e de analogia são inúmeras dependendo das perspectivas e dos critérios diferenciados de cada autor que as define parecendo a situação actual o mundo biológico anterior a Lineu. A terminologia não é uma simples questão de vocabulário pois que o conceito de metáfora e de analogia constitui a questão principal de como se extraí significado da experiência e se forma a base conceptual individual (Lakoff, 1986).

O conhecimento das teorias explicativas do processo de funcionamento da metáfora e da analogia é essencial já que é preciso, devido às inúmeras concepções existentes, esclarecer qual a perspectiva teórica da qual se partiu para o estudo investigativo. Esta definição permitirá que todo o trabalho subsequente se possa enquadrar e ser compreendido à luz do conceito e da perspectiva teórica definida.

A compreensibilidade de uma metáfora ou de uma analogia é um processo muito complexo sendo fundamental o rigor conceptual para a utilização eficaz da LM no ensino e na aprendizagem.

## 1- DEFINIÇÕES

A definição de metáfora e de analogia varia, muitas vezes de autor para autor, em função da perspectiva teórica subjacente. Cooper (1986) afirma que qualquer tentativa de definir metáfora em filosofia tradicional falha pois que “the definiendum is already implicated in the definiens” e requer a distinção entre o veículo físico do significado e certas entidades não físicas que são os significados por eles próprios. Assim, por existirem inúmeras definições organizaram-se estas em categorias segundo os princípios teóricos agregadores subjacentes. Houve, contudo, a necessidade de construir uma definição operacional para metáfora, para analogia e para linguagem metafórica no âmbito da Didáctica e adaptada a esta investigação.

Por razões operacionais apresentam-se por um lado, as definições de metáfora e por outro lado, as definições da analogia e só posteriormente se apresenta a relação entre a metáfora e a analogia. Definem-se os termos utilizados nesta investigação, dando-se realce à definição adoptada de metáfora e de analogia.

### 1.1- Definição de Metáfora

Etimologicamente a palavra *metáfora* (*metapherein*), provém do grego e quer dizer “transportar” o que implica a ideia que uma metáfora carrega consigo um significado. Parece que o neologismo “metáfora” foi criado na Antiguidade Clássica por Isocrates (190) e desde aí inúmeras definições existem.

Para uns autores, a definição de metáfora está ligada aos aspectos cognitivos constituindo, por exemplo, segundo Gineste (1984), modelos mentais para a compreensão de conhecimentos novos.

Conforme os diversos autores a definição de metáfora é diferente, embora esses autores possam partilhar uma visão cognitivista comum. Assim:

“Metaphor is conceptual in nature (...) metaphors are primarily ways of thinking about something and as such they can be concreting or not” (Lakoff, 1986, p. 292).

“Metaphors represent a tool by which the assimilation of figurative to operative thought can occur. They are figures of thought and a way of thinking” (Gruber, 1983).

“Esquemas de interpretação” (Boaventura S. Santos, 1989, p. 127).

“A metaphor is the transposing of an image or association from one state or arena of meaning to another, highlighting similarities, differences and/or ambiguities” (Duhl, 1983).

Para Rubano e Anderson (1988) a metáfora é uma forma de compreensão e de representação necessária ao desenvolvimento do pensamento e da linguagem. Para Indurkha (1991): “Metaphors form our only mode of cognition” (p. 1), para Beardsley (1958) a metáfora constitui: “a transfer of meaning, both in intention and extension” (p. 285).

Segundo Piaget (1978):

“The intentional creation and spontaneous process of metaphoring seem to me to be the key phenomena in the developmental processes of decentralizing” (p. 277).

Para outros a definição de metáfora está ligada a aspectos de linguagem, nomeadamente os linguísticos sendo a metáfora "the omnipresent principle of language (Richards, 1936), ou:

"Metaphors are the linguistic mechanism to which we turn when the simple "how to" fails us; they are the ways we have of talking about ideas which lie just beyond our grasp" (Smith, 1988).

Nesta perspectiva a metáfora é definida em termos de um desvio em relação à linguagem literal, como uma figura de estilo do discurso na qual uma palavra ou frase é transposta para outro domínio e onde os dois termos que constituem a metáfora possuem semelhanças mesmo que essa semelhança se obtenha por oposição (Verbrugge, 1974). Nesta perspectiva semântica quando uma palavra é usada metaforicamente, um ou mais dos seus aspectos semânticos muda.

Outros autores, ainda, conciliam os aspectos cognitivos com os linguísticos. Segundo Mayer (1985), a metáfora é um conhecimento indirecto e mediado pelo sistema linguístico e/ou pelo sistema conceptual adquirido culturalmente. Para Sergiovanni (1986) a metáfora é uma expressão linguística ancorada em significados familiares e que descobre novos significados. Implica a existência de saltos conceptuais de um quadro de pensamento para outro permitindo ver a vida segundo uma nova concepção.

Para Polio et al., (1977)

"The term metaphor is itself a metaphor and often encompasses not only all of figurative diction and use, but also much of what is usually called cognitive or symbolic activity" (p. 1).



Há autores que definem a LM pela respectiva função que desempenha. Assim, para Schön (1979) a metáfora é a parte interpretativa entre o material desconhecido e o conhecimento já existente. Constitui um certo processo que gera novas perspectivas do mundo ou que o organiza.

Segundo as palavras do físico James Clarck Maxwell (1890) a metáfora é:

"a collection of imagery properties which may be explored for establishing certain theories in pure mathematics in a way more intelligible to many minds and more applicable to physical problems than that in which algebraic symbols alone are used" (p. 160).

Outros autores definem a metáfora pela sua constituição tal como Sternberg e Rifkin (1979) que afirmam que a metáfora é uma proporção do tipo A é D, tal que a relação entre A e um domínio B não expresso é semelhante em direcção e proporção à relação entre um domínio C não expresso e D. Conforme afirma Ricoeur (1976):

"A metáfora é o resultado da tensão entre dois termos numa enunciação metafórica" (p. 61).

A definição de metáfora utilizando outras metáforas ou analogias é comum. Assim, Beardsley (1976) considera a metáfora como um poema em miniatura, Davidson (1979) escreve: "Metaphor is the dreamwork of language" (p. 29) e para Cohen (1978) "Metaphors are the unknowledged legislators of the world" (p. 231). Ricoeur (1976) utiliza a seguinte analogia: "a metáfora é um idílio com um novo parceiro que resiste ao mesmo tempo que se entrega" (p. 68).

Em síntese:

Conforme a perspectiva teórica de funcionamento subjacente à metáfora assim esta é definida. Para uns autores a metáfora é uma relação de

substituição da linguagem literal pela metafórica, para outros é uma relação baseada em comparações simples e implícitas entre dois conceitos (Newby, 1987). Para outros constitui um processo interactivo baseado num processo de mapeamento entre o alvo e a fonte (Gentner e Toupin, 1986).

Pode-se, por consequência, afirmar que não há uma única ou unânime definição de metáfora. As definições existentes resultam dos aspectos que cada autor considera mais relevantes.

### 1.2- Definição de Analogia

Etimologicamente a palavra "*analogia*" significa "*de acordo com a razão*" (do Grego: *ana* "de acordo com" e *logos*, "razão"). Originariamente era um conceito matemático significando "proporção" (Haaparanta, 1992).

A definição clássica relaciona-se com a relação de proporcionalidade. São proporções do tipo A está para B como C para D tais que a relação entre A e B é semelhante em direcção e proporção à relação entre C e D (Glynn et al. 1987).

Como o que se verifica para a metáfora existem também muitas definições da analogia dependendo das perspectivas teóricas dos autores. Assim, a analogia pode ser definida como um procedimento cognitivo que vai desde a observação de certas relações até à sua causa, isto é: uma comparação explícita de duas "coisas", definindo a informação nova em termos já familiares (Newby, 1987). Para Sutton (1978) a analogia é uma extensão de uma simples comparação, na qual se tenta traçar múltiplos pontos de comparação. Uma analogia é um processo pelo qual se pode identificar semelhanças entre conceitos diferentes (Glynn, 1991). Para Hayes (1982) a analogia é uma

relação de semelhança entre objectos diferentes, quer por semelhança, quer por motivos de dependência causal. Para Glynn et al. (1989):

“An analogy is a correspondence in some respects between concepts, principles, or formulas otherwise dissimilar. More precisely, it is a mapping between similar features of those concepts, principles, and formulas” (p. 383).

### 1.3- Relação entre a Metáfora e a Analogia

Quanto à ligação entre a metáfora e a analogia, para uns autores estas são termos que se podem substituir mutuamente. Para outros depende da área onde são utilizadas sendo, segundo Glynn et al. (1987), a analogia é usada mais frequentemente em contextos científicos e técnicos e a metáfora é usada mais frequentemente em contextos literários. Para outros autores a metáfora é uma forma de analogia incluída na forma geral A é C ou A é D (Petrie, 1979, Black, 1962). Mais especificamente para outros autores são analogias condensadas (Pimm, 1988, Perelman, 1969, Black, 1962). Duit (1991) distingue analogia de metáfora. Ambas são comparações sendo a analogia uma comparação explícita e a metáfora não. No entanto, sugere que podem ser transformadas uma na outra, pois que a diferença constitui só um pequeno degrau. Na mesma linha, Robert Howard (1989) afirma que a metáfora e a analogia estão relacionadas. Uma analogia faz uma comparação explícita ligada por palavras "como" e "semelhante a" ou começando a frase por expressões do tipo: “suponha que” ou “ imagine que”.

Quase todos os autores encaram a metáfora como um instrumento cognitivo mais rico do que a analogia, devido a serem mais abertas para a interpretação e, portanto, com mais potencialidades cognitivas, nomeadamente nas

capacidades de imaginação e desenvolvimento do raciocínio lógico (Gilbert, 1989).

A maior parte dos autores nas suas definições só se referem explicitamente a semelhanças, no entanto há quem refira as omissões e disparidades como formas metafóricas ou analógicas.

Davidson (1979) sintetiza bem o que a generalidade dos autores pensa sobre a relação entre metáfora e analogia:

“Both analogies and metaphors express comparisons and highlight similarities, but they do this in different ways. An analogy explicitly compares the structures of two domains; it indicates identity of parts of structures. Analogies and metaphors may therefore be viewed as polarities, with in principle may be transformed into one another; that is, analogies may be seen as metaphors, metaphors as analogies” (Davidson, 1979).

#### 1.4- Definição dos Termos Utilizados Nesta Investigação

Os autores usam diferentes termos para designarem os dois elementos principais constituintes da metáfora e da analogia.\* Assim, para uns, como Aristóteles e modernamente para Perelman (1969), o *phonos* é o conceito conhecido e o *thema* o conceito desconhecido. Richards (1936) introduziu dois novos termos: o *teor* (“tenor”) e o *veículo* (“vehicle”) definindo-os. respectivamente como a *ideia original* e a *ideia emprestada*. Max Black (1962) introduziu, também, novos termos chamando-lhes o *foco* (“focus”) e a *estrutura* (“frame”) respectivamente para o *elemento primário* (“primary subject”) e o *elemento subsidiário ou secundário* (“subsidiary or secondary subject”).

---

\* Como não são conhecidas da literatura existente todas as correspondências ou traduções para a língua portuguesa, dos termos usados pelos vários autores, optou-se por tomar a responsabilidade dessa tradução e apresentá-la seguida do correspondente nome em inglês.

Beardsley (1976) fala no *assunto* (“subject”) e no *modificador* (“modifier”) . As conotações do modificador são as que são aplicadas ao assunto. Para Ortony et al. (1978) o elemento desconhecido constitui o *tópico* (“topic”) que é descrito em termos de outro elemento chamado o *veículo* (“vehicle”) . A base semântica é chamada “ground”. Para Gentner (1988) o domínio conhecido é a *base* e o domínio desconhecido é o *alvo* (“target”). Vosniadou (1989) chama ao domínio conhecido a *fonte* (“source”) e ao domínio desconhecido o *tópico* (“topic”). Lakoff (1986) utiliza as palavras *fonte* (“source”) e *alvo* (“target”) para os correspondentes domínios conhecido e desconhecido.

Os termos apresentados são os mais utilizados. Muitos autores que se debruçam sobre o estudo da metáfora e da analogia utilizam estes termos combinados de diferentes maneiras mantendo-se, contudo, a ideia original da relação entre um domínio conhecido com um desconhecido e envolvendo uma mudança de significado entre os termos.

Nesta investigação optou-se por chamar ao conceito ou ao domínio conhecido a *fonte* e por chamar ao conceito ou ao domínio desconhecido o *alvo* . A razão desta escolha centrou-se no carácter dinâmico e gerador de ..., mas não determinista, da palavra *fonte* e na convicção que a palavra *alvo* é a que melhor representa a ideia de algo que se quer atingir.

Devido a não existir uma convergência teórica entre os autores, os termos utilizados nesta investigação foram operacionalizados atribuindo-se-lhes, o seguinte significado:

*A/vo* - objecto desconhecido, total ou parcialmente que vai ser compreendido, descrito, ilustrado, explicado ou previsto através da utilização da metáfora ou analogia.

*Fonte* - objecto conhecido que vai ser usado para compreender, descrever, ilustrar, explicar ou prever o alvo.

*Domínios* - redes conceptuais abrangentes a que o conceito fonte ou o conceito alvo pertencem. Alvo e fonte são, assim, conceitos que pertencem a uma classe ou categoria de conceitos a que se chama *domínio*: e.g. leão e águia são conceitos do mesmo domínio podendo construir-se com eles várias metáforas sendo uma, por exemplo, “a águia é o leão dos ares” mas os termos da metáfora usada por Black (1962) “Homens são lobos” pertencem a domínios diferentes cuja correspondência de cada um dos termos no respectivo domínio sugere que os Homens e os lobos são ambos animais e predadores. Por vezes, os atributos não podem ser partilhados sem serem interpretados metaforicamente. Ortony (1979) chamou a este problema “*incongruência de domínios*” onde os atributos da fonte e do alvo não são semelhantes porque os termos pertencem a domínios diferentes e os atributos são limitados a esses domínios, e.g. “os sonhos são cor-de-rosa”, assim cor-de-rosa perde o significado original.

*Atributos* - termo que representa, qualifica ou determina uma propriedade característica de um conceito ou de um domínio de conceitos.

*Relações* - conjunto de características conexas e organizadas em estruturas conceptuais.

Como exemplo da diferença entre *atributos* e *relações* pode-se referir a analogia sobre o modelo do átomo de Bohr com o sistema solar onde coexistem dois domínios distintos de conhecimento, por um lado, o átomo que serve de alvo da analogia, por outro lado o sistema solar que serve de fonte da

analogia. Os atributos “vulgares” do sistema solar podem ser: o sol ser amarelo, ser quente e ter massa. No sistema solar também se sabe que os planetas giram à volta do sol, que o sol tem uma massa maior que os planetas e que o sol exerce uma atracção sobre os planetas, são algumas relações disponíveis para a metaforização. Tanto os atributos como as relações podem ser transferidos da fonte para o alvo com o objectivo de explicar, compreender, ilustrar, descrever ou prever.

*Base* (“ground”) da metáfora ou da analogia - conjunto das características que são partilhadas pelo alvo e pela fonte.

*Termo, elemento ou referente* - quando se referencia o alvo ou a fonte indiscriminadamente.

*Mapear* (“mapping”) - processo cognitivo de fazer corresponder os atributos ou as relações entre a fonte e o alvo. Este mapear pode ser interpretado somente como uma correspondência entre os conceitos ou uma correspondência entre domínios conceptuais.

*Seleccionar* - processo cognitivo de escolher os atributos ou as relações relevantes a serem transferidas e a serem ignoradas entre a fonte e o alvo. Podem ser seleccionados os atributos ou as relações semelhantes ou as diferentes.

*Transferência analógica* (“transfer”) - processo cognitivo de transferir os atributos ou as relações da fonte para o alvo resultantes dos processos de mapear e de seleccionar.

*Assimetria* - quando a fonte explica, ilustra, descreve e prevê o alvo mas o inverso não é possível - ou seja, o alvo não explica, ilustra descreve e prevê a fonte.

*Isomorfismo* - quando a base da metáfora ou da analogia é grande e portanto todos os atributos ou relações da fonte podem ser transferidos para o alvo. O caso extremo constitui um exemplo.

*Contexto* - condições que rodeiam uma metáfora ou uma analogia de modo a que estas possam ser compreendidas. Pode considerar-se contextos intrínsecos e extrínsecos quando se está a referir respectivamente a contextos pessoais e sociais.

*Potencialidade da metaforização* - grau de tensão cognitiva entre alvo e fonte.

*Metaforizar* - processo cognitivo de compreender, utilizar ou produzir metáforas e/ou analogias.

*Exploração didáctica da metáfora ou da analogia* - utilização de estratégias didácticas diversificadas que permitam *limitar* essa metáfora ou analogia ou seja definir os atributos/relações a serem transferidas da fonte para o alvo, os que não são transferíveis e os que não são abrangidos por essa metáfora ou analogia.

*Linguagem Metafórica (LM)* - quando se está a referir conjuntamente ou indiscriminadamente à metáfora ou à analogia.

Não se considerou uma unidade para a metáfora ou para a analogia. Estas podem apresentar-se na forma de palavras, de uma frase, de um parágrafo, de uma história ou até de um artigo ou de um livro inteiro.



### 1..5- Definição Operacional de Metáfora e de Analogia

A metáfora e a analogia foram aqui consideradas como constructos cognitivos tendo subjacente um processo cognitivo no qual se verifica a criação de um novo significado com base na relação de um domínio de conhecimento familiar dos alunos (a fonte) com um desconhecido (o alvo). Considera-se que a metáfora e a analogia dizem respeito a domínios conceptuais e não a conceitos isolados. Fonte e alvo interactivam criando novos significados não só dos conceitos fonte e alvo, mas também dos conceitos pertencentes aos domínios a que se referem a fonte e o alvo. A transferência e criação de significado pode verificar-se utilizando os atributos ou as relações existentes entre os domínios de conceitos. A transferência de sentido, numa metáfora ou numa analogia, ultrapassa a correspondência biunívoca matemática, pois que se considera que houve uma verdadeira incorporação do sentido. do domínio conhecido no desconhecido criando novos significados.

Considera-se a metáfora diferente da analogia. Na metáfora a relação entre os domínios está implícita. podendo não existir uma relação de proporcionalidade. Verifica-se uma assimetria entre os domínios, como por exemplo, o significado da metáfora clássica de Black "os Homens são lobos" é, completamente, diferente de "os lobos são homens". A metáfora tem um potencial cognitivo mais elevado que a analogia por permitir maiores alternativas de interpretação.

Na analogia a fonte e o alvo estão explicitamente ligados por uma relação de proporcionalidade traduzida por palavras do tipo "como" "semelhante a", ou a frase inicia-se por palavras do tipo de "suponha que". A analogia pode não apresentar estes termos indicadores, mas ter explícito um raciocínio proporcional subjacente. Exemplos de analogias : "As células são como blocos

de construção” - analogia onde se verifica uma transferência por semelhança de sentido, baseada na relação de justaposição e/ou organização que existe entre o conceito de célula e o de bloco de construção (semelhança por relação); “Um centríolo é como um cilindro oco” - analogia onde se verifica uma transferência por semelhança de atributos.; “As células não são como caixas vazias” - analogia onde se verifica uma transferência por diferença de atributos.; “Na difusão facilitada, a glicose atravessa a membrana combinada com um constituinte da membrana como se fosse um transportador”- transferência por semelhança de processos.

A metáfora e a analogia podem ser apresentadas em forma verbal (escrita ou falada) e em forma visual (pictorial, gráfica).

Convencionou-se não se considerar incluídos na LM, os exemplos (em que os atributos ou as relações entre dois conceitos coincidem), os contra exemplos, os diagramas e os gráficos, porque são outros tipos de comparações ou de representações onde não se verifica a transferência de sentido, acima referida, com a criação novos significados.

A definição operacional de metáfora e de analogia, que acima se apresenta, foi testada por professores da área das ciências, com diferentes formações e experiências de ensino, através da aplicação de uma ficha de definição de termos especialmente construída, que se apresenta no Anexo C, vol. II.

O objectivo desta ficha foi testar a clareza da definição operacional da metáfora e da analogia para uma melhor compreensibilidade destes conceitos já que não era conhecida uma definição que se adaptasse adequadamente a este estudo. Da leitura dos resultados obtidos, das discussões havidas e dos

comentários recolhidos foi-se aperfeiçoando a definição operacional de metáfora e de analogia.

A ficha foi administrada a vinte professores frequentando a parte curricular do mestrado “Educação e Desenvolvimento” da FCT- UNL, a duas turmas de professores em profissionalização em serviço na mesma Faculdade e aos participantes num “workshop” de um Encontro sobre Ensino das Ciências num total de 90 professores. Era-lhes pedido para classificar frases em analogias (A), metáforas (M) ou nenhuma delas (0), justificando a razão da escolha, utilizando a definição operacional que era fornecida.

## 2- TEORIAS DA METAFORA E DA ANALOGIA

Só nos meados do séc. XX, a metáfora deixou de ser considerada exclusivamente uma figura de retórica utilizada essencialmente na Literatura e na Poesia.

“It has been noted for quite time now that metaphors are not mere figures of speech that are only useful in poetry and prose; on the contrary, they form our primary mode of cognition” (Indurkha, 1991, p. 1).

Recentemente a metáfora transformou-se numa capacidade básica, ao alcance de todos e sujeita a estudos recentes interdisciplinares, não sendo considerada exclusivamente como uma marca dos génios - como afirmava Aristóteles:

“The greatest thing by far is to be a master of metaphor. It is the one thing that cannot be learned from others and it is also a sign of genius, since a good metaphor implies an intuitive perception of similarity in dissimilarity” (Poetics, p. 1459).

Actualmente, é consensual a onnipresença da metáfora e da analogia na linguagem quotidiana (Lakoff e Johnson, 1980), na sociedade e na cultura (Kemper, 1989, Lakoff e Kovecses, 1987, Schön, 1979) na religião (Gerhart e Russell, 1984, Soskice, 1985) e o seu importante papel, na Ciência e na Educação como é focado nos capítulos seguintes deste estudo.

O modo de como funciona uma metáfora e uma analogia e como estas são compreendidas tem desde sempre intrigado filósofos, linguistas e outros estudiosos da LM. Apesar dos condicionalismos referentes às dificuldades da investigação sobre os factores cognitivos que facilitam ou dificultam a compreensibilidade da metáfora e da analogia, foram-se constituindo várias perspectivas teóricas explicativas do seu funcionamento e compreensibilidade. É, assim, importante conhecer algumas teorias que tentam explicar os respectivos processos dessa compreensibilidade. Estas teorias estão centradas mais na metáfora e menos na analogia.

As teorias variam, entre elas, naquilo que consideram ser a linguagem e o estatuto da linguagem literal e metafórica assim como naquilo a que Scheffler (1988) chamou os “mitos da metáfora” nomeadamente o mito da falsidade das afirmações, do embelezamento (do discurso), da emotividade e da sugestão que provoca, da individualidade, da verdade metafórica, da constância (se uma expressão é metafórica então será sempre metafórica), da fórmula (haverá uma fórmula para descodificar as expressões metafóricas) e do objectualismo. Cada uma destas perspectivas influencia a formulação das teorias e, por conseguinte, as ideias explicativas sobre o modo de funcionamento e de compreensão de uma metáfora e de uma analogia. Consoante as várias

perspectivas, pode ser possível, também, explicar as potencialidades e as limitações deste tipo de linguagem.

Apresentam-se, seguidamente, as teorias mais importantes da metáfora. Esta apresentação tem por objectivo enquadrar a perspectiva teórica que se seguiu nesta investigação em relação ao funcionamento e compreensibilidade da LM. Organizaram-se as teorias existentes do seguinte modo:

- Teorias de combinação passiva
- Teorias Interaccionistas
- Teorias pragmáticas
- Teorias computacionais

Relacionando-se com as várias teorias da metáfora apresenta-se, também, as perspectivas sobre o que constitui uma boa metáfora ou analogia.

### 2.1 -Teorias de Combinação Passiva

Verifica-se o mesmo fundamento teórico em todo o tipo de teorias chamadas *combinação passiva* (“passive matching”) onde se afirma que para compreender uma metáfora ou uma analogia basta substituir a frase metafórica pela literal ou comparar o alvo com a fonte.

Os pressupostos epistemológicos sobre o processo de funcionamento da metáfora, nesta perspectiva, baseiam-se e têm sido fortemente influenciados pelas ideias clássicas gregas, utilizando-se mesmo para definir metáfora a definição usada por Aristóteles:

“Metaphor consists in giving the thing a name that belongs to something else. A transfer, from genus to species, from species to genus, from species to species, or according to an analogy” (Poetics, p. 1457).

Este tipo de teorias baseiam-se nas seguintes proposições, sobre a metáfora, que mantêm a tradição da retórica clássica: i) a metáfora constitui um tropo, uma figura de discurso que diz respeito à denominação; (ii) a metáfora representa a extensão do sentido de uma nome mediante o desvio do sentido literal das palavras; (iii) a razão deste desvio é a semelhança; (iv) a função da semelhança é fundamentar a substituição do sentido figurativo de uma palavra pelo sentido literal, que se poderia ter usado na mesma situação; (v) por isso, a significação substituída não representa nenhuma inovação semântica. Podemos traduzir uma metáfora, isto é, repor o sentido literal de que a palavra figurativa é um substituto; (vi) visto que, uma metáfora não representa uma inovação semântica, não fornece qualquer informação nova acerca da realidade. Eis porque se pode considerar como uma das funções emotivas do discurso (Ricoeur, 1976, p. 60).

Com base nestes pressupostos, Aristóteles considerava a metáfora como uma alteração de representações (ou imagens mentais) de “coisas” segundo determinadas regras. Considerava a transferência de atributos o princípio operacional da metáfora. Classificava os processos de funcionamento da metáfora do seguinte modo: por substituição, por comparação e por analogia. A *teoria da substituição*, que constituía a perspectiva melhor aceite, considerava que uma expressão metafórica era usada no lugar de outra expressão literal equivalente. A teoria da substituição é aquela que identificava o significado metafórico como a paráfrase literal. A *teoria da comparação* baseava-se na comparação dos atributos entre fonte e alvo e consequente transferência. A *teoria da analogia* envolvia as comparações através de uma relação de proporcionalidade, a:b assim como c:d. Uma variante desta perspectiva era defendida por Pitágoras: a:b assim como b:c.

### 2.1.1- Teorias Emotivas

Estas teorias definidas por Way (1991) como aquelas que excluem da metáfora e da analogia qualquer papel cognitivo ou de criação de novo significado foca a sua função no aspecto emotivo em oposição ao aspecto cognitivo. Estas teorias fundamentam-se nas perspectivas lógicas-positivistas sobre o significado. A metáfora e a analogia são consideradas como um uso desviante da linguagem. O funcionamento da metáfora e da analogia é, geralmente, explicado pela justaposição de termos que violam as expectativas se fosse utilizada a linguagem literal. Esta perspectiva teórica exclui, naturalmente, a metáfora da Ciência, do discurso científico ou ainda de qualquer discurso descritivo.

Uma perspectiva incluída neste tipo de teorias e que ultrapassa um pouco a perspectiva anterior é a que valoriza a tensão criada pela utilização da metáfora e da analogia e que é resultante da falsidade ou desconhecimento da combinação de dois referentes opostos ou complementares. Esta perspectiva, embora muito limitada, pois que continua a defender que o objectivo de usar uma metáfora é puramente estético, foca aspectos importantes inerentes à LM como a tensão, a surpresa e a descoberta que esta pode provocar.

### 2.1.2- Teorias de Substituição

Nestas teorias, para a compreensibilidade da metáfora, a palavra ou frase metafórica envolve a substituição de uma palavra imprópria (metafórica) pela correcta (literal). O conteúdo cognitivo é nesta perspectiva a sua contrapartida literal. A justificação do uso de palavras ou frases metafóricas é visto como uma espécie de quebra-cabeças a decifrar, de estilo ou de ornamentação do discurso. A metáfora traz, assim, uma nova vida a expressões antigas e “veste”

o discurso com ornamentações de modo a provocar impacto, tal como é afirmado por Black (1962):

“to enjoy problem solving or to delight in the author’s skill as half concealing, half revealing his meaning. Metaphors provide a shock of agreeable surprise” (p. 34).

Estas teorias levantam um enorme problema visto que o significado das expressões metafóricas não são completamente capturadas pelas expressões literais perdendo-se conteúdo de significado. Não consideram, pois, o carácter inerente à LM de gerar novos significados.

### 2.1.3- Teorias Comparativas

A perspectiva de substituição tem sido relegada e substituída por uma visão mais sofisticada que explica o funcionamento da LM, pela possibilidade de comparar duas “coisas”, em vez de substituir termos. As teorias comparativas consideram a metáfora como uma simples comparação em que o “como” foi suprimido. A metáfora continua a ser considerada como uma figura de estilo. Partem do pressuposto lógico que tem de haver semelhança para comparar os atributos existentes entre o alvo e da fonte.

Estas teorias são derivadas da perspectiva aristoteliana de semelhança e comparação e estão muito disseminadas. Tal como se verificava nas teorias de substituição, não é considerado o novo significado que se extrai duma frase metafórica, considerando-se simplesmente uma transferência de atributos de um domínio para o outro.

A teoria, mais moderna, explicativa do funcionamento da metáfora incluída nas teorias da combinação passiva (comparativas), é a formulada por Ortony (1979) denominada *assimetria relevante* (“salience imbalance”). Ortony define



operacionalmente *relevância* (“salience”) como a estimativa individual da proeminência de um determinado atributo que diz respeito a um conceito. Esta teoria foi formulada a partir de estudos de diferentes metáforas utilizadas em frases isoladas. Este autor defende que a compreensão das semelhanças entre dois conceitos ou fenómenos é devida aos aspectos semânticos quer sejam comuns quer sejam distintos. A relevância dos aspectos em jogo tem importância na compreensibilidade da metáfora. Parte do pressuposto que há uma selecção dos atributos a comparar, havendo nesses atributos uns que são relevantes para a comparação e outros que são ignorados. Esta relevância muda conforme os contextos, mas segundo Ortony a selecção de atributos realiza-se mais eficazmente quando esses atributos são muito relevantes para a fonte e pouco relevantes para o alvo. O grau de metaforicidade de uma frase é determinado pelo grau de assimetria relevante. A base (“ground”) da metáfora é constituído pelo conjunto de aspectos comuns existentes no alvo (a que chama tópico) e na fonte (a que chama veículo).

"As opposed to literal comparisons, metaphor occurs when there is a salience imbalance in the topic and in the vehicle. As the metaphor is comprehended, the salience of the features in the ground is entranced (...) Metaphoricity requires high salient attributes of the vehicle to be applicable to low attributes to the topic (p. 178).

Uma outra teoria comparativa da metáfora, que serviu de base à teoria de Ortony, foi desenvolvida por Tversky (1977) e denominada *teoria da semelhança* (“similarity theory”). Para este autor a metáfora é uma comparação implícita em que o grau de semelhança é determinado por aquilo que é comum entre os elementos da metáfora. Pode-se concluir que a compreensão das

frases metafóricas se deve à semelhança e à relevância relativa dos atributos partilhados incluídos nos domínios da fonte e do alvo.

Está, também, incluída neste grupo de teorias (teorias comparativas), a teoria defendida por Johnson e Malgady (1979) que afirmam que a compreensibilidade da metáfora está associada às semelhanças existentes entre o alvo e a fonte. É baseada na assimetria entre fonte e alvo, na selecção e transferência de atributos e na comparação entre os elementos que a metáfora estabelece.

### 2.1.3- Teorias da Metáfora como Analogia

Uma metáfora funcionando como uma analogia é uma comparação proporcional. Nestas teorias considera-se a existência de uma semelhança relativa. A semelhança tem a ver com determinada situação e com as relações com outras entidades noutras situações.

As modernas teorias que se entrosam com a perspectiva da metáfora por analogia são as teorias computacionais, visto que assumem que uma metáfora é basicamente uma analogia escondida (Way, 1991).

### 2.2- Teorias Interaccionistas

Este tipo de teorias contesta as teorias da combinação passiva. Em vez de noções de equivalência, semelhança ou transferência, as teorias interaccionistas defendem uma função de transformação das expressões metafóricas no seu contexto semântico e a aquisição de novo conteúdo cognitivo.

Glucksberg (1984) considera as teorias de combinação passiva como teorias reducionistas onde se escamoteia o carácter de assimetria e da construção de

novos significados. Assim, Camac e Glucksberg (1984) e McCabe (1983) baseados em estudos empíricos que realizaram, concluíram que as semelhanças entre o alvo e a fonte não são as únicas variáveis na compreensão da metáfora:

"the comprehension of metaphor produces the similarity (feature overlap) rather than the other way around" (p. 445).

Lehrer (1978) afirma que a metáfora não só permite compreender as correspondências até esse momento ignoradas entre o alvo e a fonte mas também permite compreender correspondências mais globais entre domínios a que esse alvo e essa fonte pertencem, ou seja, a compreensão de uma metáfora altera a compreensão dos domínios conceptuais ultrapassando os conceitos alvo e fonte. Lehrer (1978), confirma que a metáfora:

"not only allows one to perceive hitherto unrecognized correspondences between the tenor and the vehicle, but also to understand more global correspondences between the domains to which the tenor and vehicle belong" (p. 122).

ou seja:

"comprehension of a metaphor alters one's understanding of a domain over and above the concepts explicitly stated" (p. 122).

Estes resultados estão de acordo com as concepções de Hesse (1966), Black (1962) e Richards (1936) que defendem que a compreensão da metáfora não pode estar só centrada no significado das palavras componentes, mas que a metáfora envolve a criação de novos significados e novas compreensões além de combinações ou recombinações de atributos ou relações do alvo e da fonte. As metáforas não podem assim ser substituídas por expressões literais nem

ocorrer a simples comparação, pois perderiam “conteúdo cognitivo” (Black, 1962).

Estas ideias revolucionárias sobre o funcionamento da LM provêm dos trabalhos inovadores de Black (1962) e Richards (1936).

Ao fim de 20 séculos, Richards (1936) cortando com os pressupostos da retórica clássica mudou a perspectiva de como era encarada a metáfora. Foi um dos primeiros autores a fazer uma ruptura com as teorias com fundamentos Aristotelianos, afirmando que a metáfora é prioritariamente um processo cognitivo, não sendo um fenómeno de decoração do discurso, linguístico ou semiótico servindo as palavras para meramente suportarem e exprimirem o processo cognitivo. Na perspectiva de Richards o significado metafórico é uma interacção de pensamentos:

“Two thoughts of different things active together and supported by a single word or phrase, whose meaning is a resultant of their interaction” (p. 122).

Para Richards a fonte e o alvo são eles próprios modificados através da utilização da metáfora:

“Further, we contend that the process of transfers features across domains often requires that the features themselves be transformed” (p. 232).

Black (1955, 1962, 1977), que se pode considerar o autor das teorias modernas da metáfora, desenvolveu a perspectiva interaccionista e cognitivista de Richards. Apresentou a sua teoria da *interacção de domínios* (“domains interaction”) nos famosos artigos “Metaphor” (1955) e “More about Metaphor” (1979) e no seu livro “Models and Metaphors” (1962). Considerou, na sua

teoria, que o alvo constitui o assunto principal e a fonte o subsidiário. Estes termos eram considerados sistemas de conceitos. Afirmou que a compreensão da metáfora envolve um *mapear* (“mapping”) de aspectos que é aplicado a um objecto de um domínio e que o resultado é transferido para um outro domínio. O alvo é visto “à luz de...” ou *visto através do “filtro”* que constitui a fonte. O que é crucial para essa compreensão é este mapear que distingue a fonte de outros objectos do mesmo domínio constituintes de um sistema de conceitos.

“The metaphor works by applying to the principal subject a system of “associative implications” characteristics of a subsidiary subject” (p. 44).

Considerou a metáfora como poderoso instrumento heurístico:

“generate new knowledge and insight by changing relationships between the things designated” (p. 37).

pois que provoca uma mudança de significado dos conceitos provenientes do senso comum. Ao utilizar uma metáfora estes conceitos existentes no sistema de senso comum mudam o seu significado devido às associações e interconexões podendo criar semelhanças entre domínios completamente diferentes. Por exemplo, na metáfora “Homens são lobos” aplica-se os estereótipos de atributos, provenientes do senso comum, do lobo ao Homem.

Black recusa a simples comparação entre palavras ou sistemas, defendendo a metáfora como elemento flexível e dinâmico da linguagem com potencialidades heurísticas qualquer que seja a sua ligação com a linguagem literal:

“Metaphorical statement is not a substitute for a formal comparison or any other kind of literal statement, but has its own distributive capacities and achievements” (p. 37).

Depois do aparecimento das obras de Black publicaram-se trabalhos que exprimiam modos de aprofundamento do seu pensamento ou modos alternativos de pensar sobre o processo metafórico.

Um desses trabalhos constitui a *teoria da contraversão* (“controversion”) desenvolvida por Shibbes (1972). Este autor foca a atenção na função de transformação do significado pela utilização de expressões metafóricas. Esta teoria associa as ideias de substituição com as interaccionistas.

A teoria denominada de *oposição verbal* (“verbal opposition”) defendida por Beardsley é talvez a mais conhecida das teorias de contraversão. Beardsley introduziu esta teoria em 1958 no seu livro “Aesthetics”. Esta teoria afirma que um conceito possui uma amplitude potencial de conotações que funciona como um “reservatório” de diferentes significados que podem operar numa metáfora.

“discourse that says more that it states by cancelling out the primary meaning to make room for secondary meaning” (p. 38).

Esta teoria teve o grande valor de chamar a atenção para o papel da conotação ou segundo significado das palavras que constituem uma metáfora que são factores que conduzem à novidade e à riqueza de significado que a utilização de uma metáfora implica.

Uma das limitações desta teoria é que considera o significado das palavras centrado nelas próprias e não considera o contexto onde elas estão inseridas. Contudo, as teorias de contraversão mais recentes, explicativas do funcionamento da metáfora, incluem já a importância do contexto.

As teorias intuitivistas representadas por Wheelwright (1962) explicam que a metáfora é empregue para comunicar experiências que ultrapassam o modo

hermenêutico da linguagem literal. Considera-se um facto ontológico que a metáfora é um duplo acto imaginativo onde intervém a combinação e a extensão do significado. Os componentes deste duplo acto de imaginação são a epífora (extensão do significado através da comparação, metáforas cuja primeira função é afirmar) e a diáfora (a criação de novos significados, metáfora cuja primeira função é sugerir). A diáfora é oposta às perspectivas das teorias de combinação passiva.

Considerando, ainda, a perspectiva interaccionista, Paul Henle (1958), baseado nas definições de Pierce do símbolo e do ícone desenvolveu a teoria que denominou de “*significação icónica*”. Esta teoria afirma que o processo metafórico ocorre quando se reconhece o aspecto icónico de uma frase ou palavra integrada num quadro da linguagem literal. Há uma compreensão que uma determinada expressão é figurativa em vez de estritamente denotativa. Afirma, como Black, que a compreensão da metáfora envolve um mapear (“mapping”) de aspectos que é aplicado a um objecto de um domínio e que é transferido para um outro domínio.

Gentner (1989), na sua teoria de *mapear estruturado* (“structure-mapping”), afirma que para compreender uma metáfora é requerido um mapear de conhecimentos de um domínio (a fonte) para outro domínio (o alvo), estruturando um sistema de relações entre os dois domínios. Os atributos e as relações a serem transferidas são-no através de um processo a que chamou *sistematização* (“systemacity”). Este processo define-se como o grau de explicitação de relações entre os sistemas conceptuais que constituem uma metáfora. Para estes autores o importante na compreensão da metáfora é que os dois domínios em jogo partilhem características que formem um “sistema de relações” entre aqueles domínios. Este sistema de relações é determinado não

pela semelhança intrínseca entre os conceitos, mas pelas suas funções na estrutura relacional.

As teorias de Marschark et al. (1983) realçam o poder da metáfora como um instrumento de desenvolvimento das competências cognitivas, como por exemplo, a imaginação necessária para fazer a interrelação entre o alvo e a fonte conduz à compreensibilidade da metáfora. Essa compreensibilidade provoca por sua vez o desenvolvimento da imaginação.

Localizando o alvo e a fonte num espaço semântico multidimensional e defendendo uma perspectiva interaccionista, Kelly e Keil (1987), aprofundando a teoria de Black, defendem, também, a compreensão da metáfora como um conjunto de relações de interacção onde a semelhança é baseada em características diferentes dos conceitos em jogo o que leva a uma nova compreensão. Estes autores ultrapassam, também, as teorias tradicionais da combinação passiva recusando o princípio que a compreensão de uma metáfora provém da simples substituição ou comparação entre os conceitos expressos. Afirmam que nas teorias tradicionais a compreensão da metáfora se reduz a explicações simplistas, como por exemplo, na metáfora por substituição há exclusivamente a substituição do literal pelo não literal, ou na metáfora por comparação há compreensão se se compreender exclusivamente as características semelhantes dos conceitos em jogo. Afirmam que a compreensão da metáfora aumenta não só as semelhanças entre o conceito alvo e o conceito fonte, mas também aumenta a semelhança entre os outros conceitos existentes no domínio da fonte e no domínio do alvo. Esta perspectiva explica o poder heurístico da metáfora que não só faz aumentar a compreensão do alvo e da fonte mas também arrasta consigo o aumento da compreensão de



todos os conceitos existentes no domínio a que respectivamente o alvo e a fonte pertencem.

Outras teorias explicativas do funcionamento da metáfora relacionam-se com o conceito de anomalia. Essas anomalias podem ser gramaticais (Chomsky, 1964), semânticas (Mac Cormac, 1988) ou contextuais. Em todas elas há um conflito e uma violação de regras que distinguem a metáfora da linguagem literal, pois que um objecto ou uma propriedade que pertence a um domínio é atribuído a outro objecto. O conceito de anomalia varia conforme as situações o que torna as teorias de anomalia frágeis.

Mac Cormac (1988) baseado, também, nas teorias interaccionistas de Black e nas definições de epífora e diáfora definiu a teoria dos *conjuntos esbatidos* (“fuzzy sets”) com base na existência de anomalias semânticas. Assim, a metáfora para Mac Cormac é:

“a range of likely and unlikely association, metaphor field degrees of truth, falsity, diaphor and epiphor” (p. 88).

Mac Cormac defende três níveis distintos mas interactivos para analisar uma metáfora: (i) o nível superficial da frase; (ii) o nível semântico; (iii) o nível cognitivo.

Lakoff e Johnson (1980) no seu famoso livro “Metaphors We Live By” desenvolveram uma teoria baseada nas perspectivas gestaltistas. Defendem que a metáfora faz parte do discurso quotidiano pois que vivemos num mundo metafórico. Argumentam que as acções, acontecimentos e objectos são compreendidos de uma forma de significados estruturados e globais dentro da experiência individual constituindo a melhor construção da realidade individualizada que uma vez formada tende a estruturar a experiência futura

relevando alguns aspectos e escondendo outros. Cada conhecimento recorre a sub-padrões da estrutura global que podem ser analisados. As metáforas originais constituem sub-padrões que destroem a estrutura global perceptual e conceptual para a reconstituírem de novo. As metáforas convencionais são construídas a partir de metáforas generalizadas dentro de uma cultura, como, por exemplo, na cultura ocidental a metáfora que “pior é para baixo” e “melhor é para cima”.

Verbrugge (1986) defende que a metáfora funciona por transformação do alvo fazendo-o semelhante à fonte. Não explica em que consiste este processo de transformação, mas implicará sempre um mecanismo de raciocínio analógico, baseado na compreensão e na memorização das semelhança. Defende que uma frase metafórica envolve, também, uma inferência e uma previsão sobre o alvo e não apenas uma associação ou comparação de duas palavras, frases ou domínios. Haverá uma fusão de imagens que representam os domínios e não uma transferência de atributos. Verbrugge (1974) concluiu que:

"when deal with the target and vehicle of the analogical utterances the words are not central for the codification of new items.(...) There are an abstract relationship of inferences and predictions between the target and the vehicle components" (pp. 223-224).

Uma interessante teoria explicando o funcionamento da metáfora para compreender a força cognitiva da metáfora é a desenvolvida por Eva Kittay (1987), a *teoria dos campos semânticos* ("SFTM, Semantic Field Theory of Metaphor"). De acordo com esta teoria o significado de uma metáfora é em parte devido às relações com outras palavras que ocupam o mesmo terreno conceptual. Esta ideia implica que o significado de uma metáfora é devido a

uma rede conceptual. Este facto determina que a utilização do conceito alvo e fonte modifica toda a rede conceptual, desenvolvendo novos significados. Assim, segundo Eva Kittay (1987):

“The cognitive force of metaphor results from the re-ordering of relations that hold among concepts in the field of the topic by projecting onto them the relations that hold among the concepts in the field of the source terms. These new relations allow for new understanding and new kinds of implications among the concepts of the reordered topic fields” (pp. 41-42).

Esta teoria foi aprofundada por Hintikka (1994) por meios computacionais. Este autor construiu, assim, a sua teoria de metáfora chamada *Transferência Semântica Restrita* (“Constrained Semantic Transference”) baseada nos resultados obtidos no programa de computador que criou e a que chamou NETMET. Este programa promove a criação da metáfora e da analogia baseado em dois princípios: (i) quando um termo é usado metaforicamente um completo campo semântico fica disponível para a transferência analógica; (ii) nas fases metafóricas as relações entre o campo semântico da fonte estrutura o campo semântico do alvo. Hintikka definiu a sua teoria explicando o processo de funcionamento da metáfora através de vários conceitos de base interaccionista e piagetiana. Considera que a metáfora funciona mobilizando as seguintes estruturas: (i) a rede conceptual constituída por uma rede estruturada de conceitos caracteristicamente individual e que representa a realidade; (ii) o conjunto de dados sensorio-motores que constituem conjuntos estruturados de estímulos exteriores e que fornece os dados para a conceptualização; (iii) as relações cognitivas que são ligações de conceitos com os dados sensorio-motores; (iv) a projecção - um mecanismo cognitivo segundo o qual é imposta a rede conceptual sobre os dados sensorio-

motores; (v) a acomodação - um mecanismo cognitivo que altera a estrutura da sua rede conceptual para a ajustar aos novos dados provenientes do conjunto sensorio-motor.

Hesse (1966) baseada, também, nas teorias interaccionistas formulou uma teoria explicando a metáfora aplicada à Ciência. A metáfora é explicada como instrumento cognitivo que provoca o processo de mudança de teorias científicas.

Ricoeur (1979) preocupando-se com a interpretação da LM e em particular com a “intensionalidade dupla” manifestada pela metáfora, baseando-se na ideia que toda a linguagem é um intermediário pelo qual a nossa experiência é expressa, afirma que a linguagem metafórica é também ela um meio de compreensão do mundo interior e de expressar a experiência. Repudia as teorias da metáfora por substituição afirmando que a metáfora é a intersecção entre o passado e o futuro ou seja “o que foi” e “o que pode ser”. A metáfora move-se no dialéctica do distanciamento e da aproximação de experiências até atingir um referencial conhecido. Este é suspenso e justaposto por um campo desconhecido, projectando um conhecimento novo e mais compreensível. Dá-se uma assimilação predicativa que é uma actividade de síntese de juntar o conhecimento novo com o velho conhecimento através da imaginação produtiva de modo a criar uma estrutura conceptual nova. Este processo implica um desenvolvimento pessoal através de um diálogo pessoal e contínuo entre o conhecimento e a experiências passados e presentes, pois mobiliza um auto-conhecimento baseado num processo de distanciação da experiência objectiva promovendo uma nova interpretação da experiência. Promove, também, um desenvolvimento social, pois o novo conhecimento relaciona-se com a cultura dos outros, apropriando-se dos conhecimentos e

experiências passadas dos outros, permitindo atingir uma maior interpretação e compreensão do mundo. A utilização da metáfora tem, pois, uma função de desenvolvimento intrínseco e extrínseco (pessoal e social).

### 2.3- Teorias Pragmáticas

Com uma questão teórica de partida diferente das teorias anteriores, as teorias que designaremos por “pragmáticas” pretendem determinar quais os processos de compreensibilidade da metáfora comparando a linguagem literal com a metafórica.

Uma dessas teorias da compreensibilidade da metáfora, de base pragmática, é a proposta por Searle (1979) e Grice (1975) chamada *modelo pragmático padrão* (“standard pragmatic model”). Nesta teoria é pressuposto que os mecanismos cognitivos são diferentes para a compreensibilidade da linguagem metafórica e da literal. Esta teoria afirma que o contexto desempenha um papel essencial e a metáfora só é compreendida se houver uma série de passos sequenciais. Em consequência, aqueles autores propuseram os seguintes passos, sequenciais para a compreensibilidade da metáfora: (i) compreender o significado literal da frase; (ii) decidir se o significado literal é aquele que a frase quer realmente transmitir; (iii) se o significado literal é desadequado num determinado contexto deve ser transformado em significado metafórico.

Esta teoria, fazendo parte duma perspectiva teórica que afirma que a compreensão de uma metáfora se desenvolve em duas fases (a fase literal e a fase metafórica), foi refutada, por exemplo, por Gibbs (1984) e Rumelhart (1979) que contra argumentaram, baseados nas seguintes duas afirmações: (i) a compreensão de uma metáfora não é processada em três fases distintas,

nem a compreensão de uma frase metafórica se faz obrigatoriamente depois de uma análise literal; (ii) idênticos processos mentais estão na base da compreensão das frases literais e metafóricas. O ponto (ii) desta teoria gera muita controvérsia, pois é uma hipótese que ainda não está testada experimentalmente.

Tendo uma linha teórica semelhante ao desenvolvido no modelo pragmático padrão e defendendo, também, que os procedimentos cognitivos são diferentes para a compreensibilidade das frases metafóricas e das frases literais (o que implica que a compreensibilidade da metáfora é precedida por uma fase de compreensibilidade literal), Kintsch (1972) e Osborn e Ehniger (1962) e mais tarde Hoffman e Kemper (1987) e Clark e Clark (1977) formularam a *teoria dos dois processos* (“the two process theory”), em que numa primeira etapa ocorre uma comparação de cada frase integrada num contexto o que determina pragmaticamente a sua viabilidade. Se se tratar de uma expressão metafórica essa expressão não tem sentido se for interpretada literalmente, desenvolvendo-se então uma segunda etapa constituída por uma transformação do significado literal em metafórico.

Esta teoria pressupõe que a compreensão da LM envolve processos cognitivos especiais, implicando a análise dos atributos e suas combinações e ainda as relações desses atributos ou conjuntos de atributos. Assim, devido à maior complexidade lexical das palavras usadas metaforicamente, deverá ser maior o tempo para compreender uma frase metafórica do que para compreender uma frase literal. Este facto não é verificado experimentalmente em outros estudos, baseados na análise do tempo de reacção. Esta teoria é, pois, polémica e muito contestada, a diferentes níveis, havendo autores que negam a sua validade e outros que a confirmam totalmente ou só em parte. Dentro dos

primeiros estão Ortony et al. (1979) que afirmam, na sua teoria “assimetria relevante”, que a compreensão da metáfora envolve os mesmos processos de compreensão do que a linguagem literal. Inhoff et al., que em 1984 replicaram os estudos de Ortony, encontraram os mesmos resultados, confirmando que as frases metafóricas eram compreendidas tão rapidamente como as frases literais quando precedidas por uma explicação do contexto. Do mesmo modo, Gildea e Glucksberg (1983), Glucksberg et al. (1982) chegaram à conclusão que os processos da compreensão das frases metafóricas são semelhantes aos processos de compreensão das frases literais, não requerendo estádios especiais. Demonstraram, também, que as frases metafóricas podem ser compreendidas tão rapidamente como as frases literais.

Gering e Healy (1983) ao definirem a sua teoria da *truncagem* aumentaram a complexidade da compreensão da metáfora baseada nas relações entre linguagem literal e metafórica, confirmando em parte a teoria dos dois processos, pois que aceitam as duas fases previstas nesta teoria mas afirmam que o processamento literal da metáfora pode ficar “truncado”. Formularam, assim, a “truncation hypothesis” afirmando que a compreensão metafórica envolve dois processos, embora para certas metáforas a análise literal seja rapidamente truncada, sugerindo que o primeiro estágio não existe. Para confirmar esta hipótese fizeram experiências de medição do tempo de reacção de compreensão da metáfora, observando que este era maior quando a metáfora apresentava a fonte primeiro em vez do alvo.

#### 2.4- Teorias Computacionais

O desenvolvimento da informática e das tecnologias de computação automática, de que os computadores pessoais são a expressão mais comum, forneceu novos modos de compreender os processos cognitivos. O campo

teórico da inteligência artificial tem-se debruçado sobre a investigação do papel da metáfora e, sobretudo, da analogia nos “comportamentos inteligentes” como a criatividade, a resolução de problemas e, especialmente, o raciocínio analógico.

Existe, actualmente, a concepção que há muitos e diferentes modos de pensar sobre o pensamento, estando desactualizada a ideia de uma teoria monolítica computacional da mente e dos processos cognitivos. A ideia principal dos modelos computacionais baseia-se nas teorias de que a metáfora e a analogia conduzem a uma mudança de representação dos conceitos. Estes conceitos estão organizados em rede. Através da utilização da metáfora e da analogia toda essa rede conceptual precisa de ser reorganizada, mudando a representação não só dos conceitos alvo e fonte mas também de todos os conceitos que constituem a rede conceptual.

Estas teorias defendidas, entre outros autores, por, Hintikka (1994), Gentner (1988), Indurkha (1986), Carbonnell et al. (1985) e Hesse (1966) são baseadas na perspectiva aristoteliana da metáfora ser baseada em analogias conjugada com a perspectiva interaccionista. A base operacional destas teorias está relacionada com o estudo de um modo observável de fenómenos mentais, simulados em computador, que não se poderiam observar em situação real. A teorização destes fenómenos é puramente analógica.

Começando nos anos 70 os investigadores, em inteligência artificial e em psicologia cognitiva, começaram a investigar a analogia em tarefas cognitivas cada vez mais complexas, tais como a compreensão de histórias e resolução de problemas. Este facto abriu um campo maior de compreensão da metáfora e da analogia do que anteriormente em que o estudo era baseado nas



analogias proposicionais. Desde 1980, muitos programas computacionais têm aparecido para o estudo da analogia e dos processos cognitivos.

Na década de 70, desenvolveram-se programas de computadores para estudar a LM, como o "Argus" criado por Reitman (1965). Neste programa é apresentado um problema analógico, o indivíduo executa passo-a-passo usando uma série de estratégias para resolver esse problema. A unidade cognitiva estrutural básica é o elemento semântico. Evans (1968) desenvolveu o programa "Analogy" onde se estuda a resolução de analogias geométricas, em que uma figura geométrica tem de ser transformada noutra. O programa era constituído por duas partes distintas, envolvendo uma o processo perceptual e a outra o conceptual; Winston (1970) sugeriu maneiras de alargar as experiências de Evans a objectos de três dimensões. Kling (1971) no programa "Zorba" usa informação de tipo analógico para resolver teoremas lógicos. Williams (1972) no programa "Aptitude Test Taker" propõe a resolução de problemas de natureza indutiva, utilizando analogias com letras. Este programa teve a vantagem de mostrar que o raciocínio analógico é um instrumento poderoso de resolução de problemas, utilizando processos cognitivos de pressupostos que são combinados e de organização operacional desses pressupostos. Todos estes programas de computador trabalham utilizando um número limitado de analogias. Os contextos de trabalho são geralmente pobres. Não são programas globais e têm poucos dados experimentais para suportarem uma teoria.

Na origem da criação da nova geração de programas sobre o funcionamento da LM está o nome de Carbonnel (1986). Baseado nos trabalhos de Lakoff e Johnson (1980) que demonstraram que grande número de metáforas convencionais derivam de alguns esquemas cognitivos metafóricos gerais e

comuns dentro de uma dada cultura, Carbonnel investigou as metáforas convencionais. Concluiu dos resultados obtidos nos seus estudos que a metáfora tem uma função heurística gerando melhores hipóteses. Posteriormente, muitos autores se têm debruçado sobre a metáfora utilizando o computador. Assim:

- Fass (1989) construiu o sistema MET. Este sistema funciona com base nas relações entre linguagem literal e metafórica. Quando uma frase não pode ser compreendida literalmente o utilizador faz então uma tentativa de encontrar a analogia subjacente entre os conceitos relevantes.
- Falkenhainer e Gentner (1989) conceberam um programa a que chamaram SME (“Structure Mapping Engine”) baseado na teoria de Gentner. Analisaram as semelhanças entre as representações dos conceitos alvo e fonte.
- O programa ACME (“Analogical Computer Mapping Engine”) desenhado por Holyoack e Thagard (1989), também aqui, como sucedia com o programa desenhado por Falkenhainer e Gentner, há uma análise das representações da fonte e de alvo e das suas relações. Diferem as duas abordagens porque o ACME analisa o mapear correcto segundo três critérios: (i) isomorfismo; (ii) semelhança semântica; (iii) pragmatismo, tornando-se este último critério a diferença relevante entre os dois programas (SME e ACME).
- Hobbs (1990) propôs uma abordagem axiomática para desenvolver inferências duma dada metáfora.
- Hofstadter (1991) criou um programa “Copycat” não para analisar o mapear analógico, mas para analisar o processo cognitivo da criatividade através da

LM. Tem por base o processo de gerar diferentes descrições do mesmo objecto em contextos diferentes.

- A abordagem de Way (1991) é interessante e original. Tenta determinar “*a priori*” todas as possíveis semelhanças entre os conceitos. Mostrou que até as frases literais e as metáforas convencionais escondem informação que só pode ser revelada por verdadeiras metáforas.

A teoria da metáfora, baseada nos resultados destes estudos computacionais, ainda está na sua infância. É um campo do qual se espera grandes contributos para a compreensibilidade do funcionamento da metáfora e da analogia.

## 2.5- Características de uma Boa Metáfora ou de uma Analogia

Em termos educacionais é importante saber o que constitui uma boa metáfora ou analogia. Não é tarefa fácil, pois depende de muitas variáveis. Se considerarmos que uma boa metáfora ou analogia é aquela que permite a compreensibilidade do que é pretendido, a dificuldade do problema mantém-se.

Os factores geralmente relacionados com uma boa metáfora ou analogia para a aprendizagem são referenciados como aqueles que: (i) provoquem a motivação e o interesse; (ii) sejam adequados aos conteúdos; (iii) em que o domínio familiar seja realmente conhecido; (iv) provoquem relações com múltiplos significados de modo a desenvolver capacidades cognitivas; (v) utilizem um tipo de metáfora ou de analogia adequadas (mortas, originais, convencionais, vivas etc); (vi) os conceitos em jogo sejam atraentes ou, pelo contrário, repulsivos criando uma tensão cognitiva. Nesta linha de raciocínio, Ogborn et al. (1993) afirmam que uma metáfora e/ou analogia são educacionalmente boas se têm a capacidade de sugerir um modo interessante

de imaginar as coisas provocada pela tensão dinâmica proveniente da interação dos seus domínios. Segundo Booth (1979):

"The attributes that seem to be emerging are (a) accommodated to the audience, (b) active, (c) appropriate, (d) concise, (e) defined, (f) didactic (in a good sense), (g) epiphanic, (h) ethos-messaging, (i) grounded, (j) compatible, and (k) structured. In terms of being "structured", metaphors have "entity structure, orientation structure, dimensions of experience, experiential gestalts, background, highlighting, interactions properties" (p. 176).

Lakoff e Johnson (1980) afirmam que uma boa metáfora é aquela que estabelece uma relação com o mundo real. Esta afirmação tem importantes implicações didáticas.

Para se considerar uma boa metáfora ou analogia, acha-se relevante salientar o aspecto controverso e importante da relação de semelhança entre a fonte e o alvo, já que o processo de compreensibilidade da metáfora e da analogia é baseado em relações de semelhança (a não semelhança é considerada uma relação de semelhança negativa).

Segundo Tourangeau e Sternberg (1981) estas relações de semelhança entre alvo e fonte podem ser consideradas de dois tipos:

(i) semelhança no mesmo domínio (alvo e fonte ocupam a mesma posição em relação aos outros membros da sua classe); (ii) semelhanças em domínios diferentes (alvo e fonte de diferentes domínios ocupam a mesma posição em cada um dos domínios aos quais pertencem).

Para se interpretar como a semelhança entre fonte e alvo influencia a qualidade de uma metáfora ou de uma analogia, tem de se considerar os pontos de vista das várias teorias da metáfora.

Para os teóricos que defendem que a função da metáfora é levar a ver as coisas de forma não usual então uma boa metáfora ou analogia é aquela em que há uma maior distância na semelhança entre a fonte e o alvo.

Para Andrew Ortony (1979) as metáforas são melhores se os atributos relevantes da fonte se relacionarem com os atributos pouco relevantes do alvo. As características que contribuem para essa relevância são, segundo Katz (1982), as seguintes: (i) *dominância* - a frequência com que um dado atributo aparece; (ii) *normalização* - o grau de um dado atributo associado com um conceito é considerado típico do protótipo a que esse conceito pertence; (iii) *fluência* - o número de atributos associados com o conceito; (iv) *distinção imagética* - a frequência com que um atributo aparece descrito como relevante no conjunto de imagens que os indivíduos têm do mundo. Por seu lado, Tourangeau e Sternberg (1981) afirmam que uma metáfora cujos domínios se relacionam de uma forma próxima é menos forte do que quando estes estão distantes. Uma metáfora ou uma analogia serão melhores, segundo estes autores, quando a distância entre os domínios da fonte e do alvo aumentam e a fonte e o alvo ocupam as mesmas posições nos respectivos domínios a que pertencem.

Para os autores que defendem uma teoria da metáfora baseada na anomalia que ela provoca, uma boa metáfora é aquela que produz uma anomalia profunda. Quanto mais profunda for essa anomalia, mais elaborados terão de ser os processos cognitivos que levam à sua compreensão. Nesta ordem de

ideias a metáfora ou a analogia são melhores quando a fonte e o alvo não são semelhantes.

Numa linha de pensamento oposta à anterior, para os autores que afirmam que a metáfora é uma simples comparação, ela será melhor quanto mais exacta for a comparação (Malgady e Johnson, 1976). Nesta perspectiva corre-se o risco da fonte e do alvo serem tão semelhantes que podem parecer frases literais baseadas em comparações. Já Aristóteles afirmava que a semelhança entre fonte e alvo de uma metáfora deve estar relacionada, mas essa relação não pode ser óbvia.

Em síntese:

Das controvérsias acima mencionadas, pode-se considerar que conforme os pontos de vista teóricos dos diferentes autores a metáfora e a analogia são melhores se:

- Fonte e alvo partilharem atributos muito semelhantes, dando ênfase a uma maior exactidão;
- Fonte e alvo partilharem atributos menos semelhantes, dando ênfase à novidade;
- Fonte e alvo partilharem atributos nem muito semelhantes nem muito dissimilares;
- Fonte e alvo pertencerem a domínios diferentes mas ocuparem posições semelhantes dentro do mesmo domínio.

Devido à heterogeneidade de opiniões expressas pelos diferentes autores só se pode concluir que a escolha da fonte e do alvo, pelas relações que se estabelecem, tem influência na compreensibilidade de uma metáfora e/ou uma analogia e que conforme a metáfora e a analogia utilizadas fonte e alvo desempenham papéis diferentes.

Existem duas diferentes perspectivas de encarar a função cognitiva da metáfora: (i) há uma simples relação de semelhança entre os conceitos ou fenómenos em jogo e para que a metáfora seja compreendida é necessário substituir ou comparar os atributos ou as relações existentes entre os conceitos alvo e a fonte (teorias de combinação passiva); (ii) a compreensibilidade da metáfora é mais abrangente envolvendo as estruturas globais de domínios conceptuais além da simples semelhança, ultrapassando-a pela interacção que se verifica entre o alvo e a fonte e criando novos significados (teorias interaccionistas).

Por sua vez, podem-se considerar duas perspectivas na relação da linguagem metafórica com a linguagem literal envolvendo cada uma dessas perspectivas a formulação de teorias diferentes: (i) a compreensibilidade da metáfora não é radicalmente diferente da linguagem literal e, portanto, a metáfora não é primeiro interpretada literalmente; (ii) há diferentes mecanismos na compreensão da linguagem metafórica e da linguagem literal, o que implica a formulação de teorias dos “dois estádios”.

Um dos problemas que as múltiplas teorias tentam dar resposta é como explicar a criação de semelhanças e de novos significados em domínios com características dissimilares. Continua, contudo, a ser ainda um processo desconhecido e as várias teorias não o conseguem explicar totalmente. Sabe-se que essa criação não é arbitrária. Justapondo, substituindo e comparando ou interaccionando atributos e relações da fonte e do alvo parece não ser uma justificação exacta para a criação dessas semelhanças e desses novos significados embora justifique como é que a metáfora funciona.

Considera-se, aqui, nesta investigação que a metáfora e a analogia podem criar novas perspectivas e novos significados. Metáfora pode substituir várias frases literais. Considera-se, também, que a metáfora é um processo cognitivo interactivo entre domínios conceptuais arrastando, na sua compreensão, utilização ou produção, um conteúdo cognitivo.

### 3- A METAFORA, A ANALOGIA E A COMPREENSIBILIDADE

Qual será o processo cognitivo de compreensão duma metáfora e/ou analogia? Que etapas cognitivas se desenrolarão para que ocorra a compreensibilidade da LM?

Embora se possa considerar que o processo de produzir a metáfora e/ou a analogia é mais complexo do que a sua simples utilização, também se deve considerar os problemas levantados pela utilização da metáfora e/ou analogia por outros. Em qualquer dos casos, em situação educativa, há uma necessidade premente de estudar o problema da compreensibilidade da LM.

A compreensão duma metáfora e/ou analogia é um processo cognitivo muito complexo. Devido a este facto, existem várias hipóteses e teorias explicativas. Continua, no entanto, a ser um campo ainda desconhecido, alvo de investigação específica e interdisciplinar, por parte de linguistas, psicolinguistas e cognitivistas. As investigações sobre linguagem figurativa são difíceis de realizar, resultando grandes dificuldades de planear trabalhos investigativos. Há muitas variáveis em jogo derivadas da combinação da complexidade dos modelos de processamento de informação com estratégias pessoais cognitivas e com vivências individuais e conhecimentos anteriores adquiridos em múltiplos campos. Nesta linha, Hoffman e Kemper (1987),



alertando para a necessidade de pré testar e validar os materiais usados em investigação inventariaram essas dificuldades sendo algumas delas relacionadas: (i) com os problemas de vocabulário utilizado; (ii) com o comprimento da frase metafórica; (iii) o controlo de variáveis como por exemplo, o grau de compreensibilidade e da imaginação. Afirmam que as investigações em linguagem não literal são muito complexas porque envolvem o conhecimento do significado das palavras, do conhecimento do mundo, da imaginação, da capacidade de fazer inferências, da memória e da capacidade de raciocínio que podem ultrapassar a informação dada. Para complexificar ainda mais, todo este processo mental varia de indivíduo para indivíduo, do tipo de metáfora, dos estímulos, da natureza da tarefa, dos materiais usados e das instruções dadas durante a investigação.

A metáfora e a analogia (como um dos tipos de linguagem figurativa) e respectiva compreensibilidade inclui-se num vasto campo de estudo onde se pretende identificar os mecanismos de compreensibilidade da linguagem figurativa. Assim, um grande número de autores têm-se debruçado, como objecto de investigação, em outras formas de linguagem figurativa como por exemplo na compreensibilidade da ironia e dos provérbios, (Kemper et al 1984, Riechmann e Costa, 1980 e Honeck et al., 1975), na compreensibilidade de frases idiomáticas (Gibbs, 1984, 1980) e na compreensibilidade de pedidos implícitos e indirectos que conduzem a acções (Clark e Gerrig, 1983 e Gibbs, 1983, 1979 ).

No desconhecido mundo da compreensão da linguagem figurativa, o estudo da compreensão da metáfora e da analogia é um dos pontos cruciais no estudo cognitivo. Psicólogos (Tourangeau e Sternberg, 1981), Linguistas (Kittay, 1987 e Lehrer, 1981) têm investigado este assunto afirmando que a

compreensão da metáfora e da analogia é encarada, frequentemente, a dois níveis: (i) o dos conceitos que formam a metáfora e a analogia ; (ii) o dos domínios a que esses conceitos pertencem. No entanto a compreensibilidade da LM não se esgota naqueles aspectos. Segundo Hoffman et al (1991) para a compreensibilidade da LM é necessário incorporar os seguintes aspectos: (i) o contexto social e cultural; (ii) o nível de percepção e de experiências anteriores; (iii) o gosto e a aptidão para a interpretação da linguagem figurativa; (iv) as reacções comportamentais face à LM; (v) as normas e hábitos pessoais, sociais e culturais perante a LM.

As metodologias de investigação da LM também têm sido variáveis. Assim, têm-se estudado a compreensibilidade da metáfora e da analogia através de tarefas relacionados com a memória, a medida da rapidez do tempo de reacção e através de tarefas de interpretação (completar frases, escolher um significado entre vários, indicar diferentes significados, incluir a metáfora num texto ou interpretar de uma forma isolada, utilizar diferentes contextos, etc). Com estes estudos mais do que se conseguir uma teoria da compreensibilidade da metáfora e da analogia, obteve-se uma série de condições para que estas sejam mais facilmente compreensíveis. Por exemplo, sabe-se através das experiências de Tourangeau e Sternberg (1981) que em adultos com boas/deficientes capacidades de leitura, os bons leitores compreendem melhor a metáfora com ampla assimetria relevante e que os maus leitores compreendem melhor a metáfora com pequena assimetria relevante ou com grande semelhança entre o alvo e a fonte. Tourangeau e Sternberg (1981), referem também que para haver a compreensão da LM têm que estar desenvolvidas as capacidades de raciocínio analógico e apreço pelos mecanismos cognitivos que a metáfora e a analogia provocam. Também

Neisser (1991) afirma que, globalmente, a metáfora e a analogia são mais facilmente compreensíveis quando associam a forma verbal com a visual e a gestual para evocar a mesma imagem, como por exemplo, quando se explica um movimento helicoidal no espaço fazendo o gesto ora com a palma ora com as costas da mão, imitando esse mesmo movimento. Marscharck et al (1983), estudando a metáfora com diversos graus de concretização e abstracção, observaram que a compreensibilidade estava relacionada com a idade, o grau de desenvolvimento intelectual e as semelhanças entre o alvo e a fonte. Mais tarde, em 1985, os mesmos autores identificaram outras dimensões que influenciavam a compreensibilidade da metáfora, incluindo a familiaridade dos conceitos envolvidos, a facilidade de interpretação, o grau de metaforicidade, a possibilidade do alvo, da fonte ou da própria frase criarem novas imagens mentais e a relação semântica entre o alvo e a fonte. Kelly e Klein (1987) nas suas investigações examinaram experimentalmente a compreensibilidade de conceitos através da utilização da metáfora, provando que a compreensibilidade da metáfora está ligada a metáforas anteriores já conhecidas que relacionam os dois conceitos em jogo e que reciprocamente essa compreensibilidade produz um aumento de semelhanças comuns entre conceitos além dos verificados no alvo e na fonte. Provaram ainda que, subjacente a uma metáfora explícita há várias metáforas implícitas e que como resultado da compreensão da metáfora o alvo deve ser compreendido de uma forma mais complexa do que a simples percepção da fonte.

#### Panorâmica dos estudos já realizados

Há muitas interrogações sobre o processo cognitivo subjacente à compreensibilidade da metáfora e da analogia e sobre as etapas desse processo. No entanto, a maior parte dos autores, explícita ou implicitamente,

reconhecem que para a compreensão da metáfora e da analogia há vários procedimentos cognitivos. Para que ocorra esta compreensão e dependendo do contexto, há procedimentos anteriores e sequenciais tais como:

- (i) o reconhecimento que se está a utilizar uma metáfora ou uma analogia
- (ii) a apreensão do significado que essa metáfora ou essa analogia tem
- (iii) a interpretação feita pelo ouvinte/leitor.

Estes aspectos serão desenvolvidos em seguida.

### 3.1- Reconhecimento da Metáfora e da Analogia

O estudo do reconhecimento que se está a utilizar uma metáfora ou uma analogia constitui uma primeira fase para a compreensibilidade da LM. Segundo Black (1979) o reconhecimento que se está a usar a LM depende essencialmente de saber o que é uma expressão metafórica e a decisão que determinada expressão, integrada num contexto, é mais congruente com esse contexto se tiver um estatuto metafórico. Contudo, esse reconhecimento implica uma discussão sobre a distinção entre: (i) linguagem literal e linguagem metafórica ; (ii) verdade e falsidade da metáfora e da analogia.

#### 3.1.1- Linguagem Literal Versus Linguagem Metafórica

A demarcação entre linguagem literal e metafórica divide os autores e a resposta à pergunta o que é uma metáfora despoleta debates, sobre a validade desta distinção. Assim, para uns, toda a linguagem é metafórica, pois há uma transferência de ideias e conceitos para a linguagem qualquer que seja a forma como esta se exprima.

Os autores que defendem que toda a linguagem é metafórica têm como pressuposto que toda a actividade linguística expressa um pensamento metafórico, pois que traduzem e compreendem uma “coisa” em termos de outra

e qualquer que seja o ponto de vista do mundo (científico, poético ou metafísico) nunca se pode apresentá-lo de uma forma literal e real, pois que se tem de usar instrumentos cognitivos de mediatização tais como as palavras. Além disto a linguagem literal está cheia de metáforas mortas e a familiaridade mais do que a evidência transforma a linguagem metafórica em linguagem literal. Nesta perspectiva a linguagem literal é constituída por, metáforas básicas que são termos primitivos intuitivos aceites como axiomas. Este ponto de vista é defendido, por exemplo, por Collin Turbayne (1970). Nesta linha de pensamento a demarcação não é entre linguagem literal e linguagem metafórica, mas será entre metáforas literais e não literais. Toda a linha teórica de investigação toma características especiais globalizantes, pois os problemas da aquisição, da utilização e de compreensão quer de linguagem literal quer de metafórica são os mesmos.

Para outros autores, há uma nítida demarcação entre a linguagem literal e a metafórica o que implica estudos específicos para cada um dos mencionados tipos de linguagem. Pressupõem a verdade absoluta no mundo que pode ser traduzida de uma forma objectiva só pela linguagem literal (objectivistas) (Cooper, 1986).

Na perspectiva nominalista que nega a distinção entre literal e metafórico representada, por exemplo, por Schaffler (1979), as “coisas” são semelhantes porque as chamamos pelo mesmo nome. Este autor faz, assim, uma análise da noção de semelhança em termos de previsão:

“A metaphor was said to link one thing to another; but the linkage we are now told, is what is achieved through a metaphorical version or use of a predicate”.

As características que distinguem estes dois tipos de linguagem (literal e não literal) têm sido diferentes conforme os autores que estudam este problema. A distinção entre elas está centrada em diferentes critérios tais como: nos termos que constituem a LM, na classificação da semelhança, nas características analíticas ou nas sintéticas, nas regras semânticas (para Mac Cormac (1988), metáfora é uma anomalia semântica) ou na regularidade discursiva (para Hobbs (1990) “Metaphor is a kind of linguistic abuse), no concreto ou abstracto, ou no aspecto lúdico ou no sério e na percepção ou no raciocínio. Heidegger (1975) afirma que:

“the idea of transfer and of metaphor rests on the distinction if not the complete separation of the sensible (sinnlich) from the non sensible as two self-sufficient realms”.

Para Derrida (1994) a noção de metáfora foi sempre caracterizada através de termos metafísicos e a linguagem de ideias, conceitos, substâncias essenciais, etc “is embedded with faded metaphor”. O conceito de metáfora só poderá ser atingido através da oposição entre literal e não literal, entre intuição e racionalidade e entre pensamento e linguagem. Para este autor, há uma progressão desde o postulado do significado, à noção de conceitos e ideias até à própria mente.

Cohen (1979), afirma que a LM constitui uma violação dos princípios fundamentais da lógica. Defende que a contradição entre a lógica e a LM é tão bizarra que não pode fornecer uma caracterização lógica da metáfora ou da analogia.

Mac Cormac (1988), defende que a linguagem literal e metafórica expressam ambos significados cognitivos distintos e que as diferenças encontradas entre

os domínios de uma metáfora, podem ser ainda mais importantes que as semelhanças para proporem novos significados a novas maneiras de ver o mundo. A LM cria, assim, novas e sugestivas maneiras de aperceber e compreender o mundo envolvendo um processo conceptual diferente da descrição literais.

Para outros autores como Lakoff e Johnson (1980) a linguagem pode ser simultaneamente metafórica e literal, dependendo se a interpretamos de uma forma substantiva ou terminológica. De qualquer modo a metáfora estrutura os conceitos o que se reflecte na linguagem literal que se utiliza.\* Lakoff (1986), critica os defensores exclusivos da linguagem literal, considerando esta como um modo de linguagem e pensamento idealizado e sobresimplificado, monolítico, definido por um conjunto convergente de condições, representante exclusivo da realidade, dos factos e da razão. Critica também os defensores exclusivos da linguagem metafórica, considerando esta como supérflua, dispensável pela sua característica de ser uma linguagem indirecta, exagerada, embelezadora e interpretativa. Considera que usar o termo literal não é neutro e tem de ser definido. Classifica a linguagem literal em categorias, lamentando que não tenha tido em conta esta classificação nos trabalhos anteriores, nomeadamente na sua obra mais conhecida “Metaphors We Live By”. Assim, classifica a linguagem literal em: (i)- “conventional literality” - a linguagem vulgar e convencional contrasta com a linguagem metafórica, havendo nesta o exagero, a aproximação, o embelezamento, o excessivo

---

\*Lakoff e Johnson (1980) distinguem as metáforas convencionais das mortas. Consideram metáforas convencionais aquelas que perderem a sua tensão cognitiva, pois passaram a serem usadas largamente e de uma forma comum, mas são vivas exactamente pelo seu uso diário (e.g.. teorias são construções). As metáforas mortas estão isoladas, não fazendo parte de um esquema conceptual completo (e.g.. corrente eléctrica). No entanto, mesmo que as metáforas se tornem convencionais mantêm o seu estatuto metafórico. Metáforas vivas são usadas na linguagem vulgar como parte da expressão sistemática. São extensíveis a novas situações.

polimento, indirecta, etc; (ii)- “subject matter literality” - linguagem usada vulgarmente para falar sobre domínios ou assuntos; (iii)- “nonmetaphorical literality” - linguagem directa, significativa, linguagem compreendida em termos de outra “coisa”, mesmo parcialmente. Lakoff conclui que: 1º - É normalmente usado o termo literal como o oposto ao metafórico. Mas, só o literal referido anteriormente em (iii) é que contrasta com o metafórico e não com as outras categorias; 2º - o significado tradicional do termo literal é definido relacionado com a teoria de linguagem em que os pressupostos da realidade são garantidos, então o sentido tradicional da palavra literal aceita o pressuposto da premissa escondida. Propõe então que o termo literal seja só usado em termos técnicos, restrito à categoria (iii). Define linguagem literal como tendo significado directo sem a intervenção de qualquer mecanismo de significado indirecto ou então, se não se verificarem aquelas condições, propõe que se deva evitar a palavra literal.

Lakoff critica Mac Cormac por defender a diferença entre literal e metafórico baseado na respectiva definição de literal como sendo o uso de linguagem vulgar para expressar objectos ou acontecimentos concretos. Afirma que Mac Cormac confunde as categorias de linguagem literal e por isso adopta uma teoria de linguagem implícita e falsa que não pode ter sentido com os dados actuais da linguística.

Apesar das diferentes opiniões sobre se há ou não a distinção entre linguagem metafórica/literal, um dos critérios para a respectiva discriminação para os que defendem que aquelas dois tipos de linguagem são diferentes, é o da falsidade ou veracidade da metáfora e da analogia.



### 3.1.2- Veracidade Versus Falsidade da Metáfora e da Analogia

Qualquer teoria cognitiva da LM tem de ter em consideração as teorias de coerência e de correspondência com a “verdade”. Na teoria da coerência, “verdade” e “falso” derivam da ligação entre as partes linguísticas da metáfora, relacionando-se as proposições em jogo uma a uma. A teoria da correspondência refere-se ao processo de julgar a ligação entre o que é dito com os acontecimentos e os objectos do mundo.

Mac Cormac (1988) considera, ainda, a “verdade analítica” e a “verdade sintética” de uma metáfora, ambas respeitando as teorias da coerência e da correspondência. A primeira é aquela em que as metáforas são consideradas verdadeiras por definição e a segunda a que pode ser inferida da metáfora mesmo se esta corresponder à “verdade” ou à “falsidade”. Estas concepções levam à formulação das seguintes questões:

Pode uma metáfora e/ou uma analogia ser verdadeira? ou mais especificamente: ao dar-se um conteúdo metafórico a uma frase literal falsa, esta passa a ser verdadeira?

Como princípio norteador desta discussão concorda-se com Eva Kittay (1987) que afirma que, em relação a esquemas conceptuais:

“truth and falsity are relative to a conceptual scheme, and that metaphorical truth and falsity must be understood in these terms” (p. 313).

Goldman (1979), tal como Kittay, apresentava, também, uma visão relativista da verdade metafórica defendendo que as linguagens literal e metafórica estão interrelacionadas. A “verdade”, embora possa ser relevante, não pode ser definida ou testada porque a “verdade” varia conforme o contexto além do que

a diferença entre “verdade” e “falsidade” é por vezes nebulosa. Contudo, a “verdade” mantêm-se naquilo que é dito quer em forma literal quer em forma metafórica.

Paul Olscamp (1970) acredita na veracidade da metáfora pois que esta gera “verdades” com características dialécticas resultantes da possibilidade de reconhecer o essencial do subsidiário e de compreender o mundo de uma forma estereoscópica. Como os autores anteriores, não concorda com a ideia que a metáfora seja necessariamente falsa já que a veracidade ou falsidade depende do contexto onde ela está inserida. Para este autor não é, pois, este um critério (verdade-falso) válido para se reconhecer uma metáfora.

Beardsley (1976) observou que há metáforas que parecem falsas ou contraditórias quando tomadas de uma forma literal mas são verdadeiras num quadro metafórico. Argumenta que a metáfora não é auto-contraditória nem obviamente falsa em determinado contexto, sendo o indivíduo, pela análise das características em jogo, que lhe atribui veracidade ou falsidade. Baseado nestes princípios, este autor formulou a sua teoria da “contraversão”, na qual defende a possibilidade da mudança da falsidade literal em significado metafórico verídico. Esta teoria está de acordo com a teoria de Binkley (1974), que afirma que a marca característica de uma metáfora é exactamente a capacidade de gerar auto-contradição e de ser falsa se a tomarmos como literal.

Mac Cormac (1988), na sua teoria de “anomalia semântica” concorda com Beardsley negando que a metáfora seja necessariamente falsa. Vai mais longe afirmando que todas as metáforas são verdadeiras até ao nível da veracidade de novas justaposições de referentes que expressam assim novas “verdades”.

Quanto maior for o grau de semelhança menos sugestiva é a metáfora, pois que a força da metáfora provém da anomalia semântica que transporta. O nosso mecanismo cognitivo permite encontrar significado através de anomalias semânticas pela descoberta de semelhanças entre os referentes da metáfora.

Para os autores que defendem a perspectiva teórica que toda a linguagem é metafórica o problema da verdade/falsidade da metáfora não se põe, como também não é relevante o reconhecimento que se está a utilizar a linguagem metafórica. O que é preciso, então, ter em conta são as interrelações entre diversos tipos de metáfora: a metáfora literal e a metáfora figurativa.

Para concluir, julga-se que o problema da verdade/falsidade em relação à LM é teórico, pois em termos práticos quem utiliza ou inventa uma metáfora ou analogia é para que a “verdade” apareça mais sugestiva e com mais significado e não para exprimir falsidade.

### 3.2- A Metáfora, a Analogia e o Significado

O problema da obtenção do significado tem preocupado desde sempre os estudiosos da metáfora desde Platão (os Diálogos), aos trabalhos de Aristóteles, continuando na Idade Média até aos nossos dias. Um autor actual (Klein, 1987), afirma mesmo que a diferença entre a competência e a incompetência sobre a compreensibilidade de uma metáfora está centrada no conhecimento do domínio semântico usado para formar essa metáfora.

Estamos no campo dos fenómenos semânticos se analisarmos numa perspectiva tradicional, o significado que uma metáfora (significado metafórico) produz ou evoca, ou seja, o significado que palavras e frases têm além do seu significado literal. Noutro ponto de vista e considerando que o significado metafórico depende do seu uso estaremos no campo da pragmática. No

entanto, como linha orientadora, consideraremos como Eva Kiltay (1987) que "Metaphor must be given a semantic account" (p. 114) porque o valor de uma frase depende se lhe é dada ou não um significado metafórico.

Uma das grandes potencialidades cognitivas da metáfora é a possibilidade de produzir uma mudança semântica (anomalia semântica), o que lhe permite (à metáfora) transformar o significado das comparações, das justaposições ou das integrações de palavras ou frases em novas hipóteses e novas percepções, ou seja, produzir mudanças de significado duma palavra ou de um conjunto de palavras para outras (Mac Cormac, 1988). O mesmo autor refere ainda que considerando a semântica da metáfora e da analogia:

"the cognitive process select the salient features of referents that are similar to form an analogy as well as identify those dissimilar features that produce the disanalogy" (p. 5).

Ninguém poderá interpretar uma metáfora, segundo Mac Cormac (1988), se não conhecer a vulgar associação semântica dos referentes de uma metáfora e também as características semelhantes e diferentes que sugerem um novo significado. Resultante do uso frequente em linguagem vulgar há, no entanto, certas metáforas que perderam esta característica de produzirem anomalias semânticas. Assim, por exemplo, como já foi referido, "corrente eléctrica" embora a sua origem seja metafórica porque foi formado por semelhança com a corrente de água, é uma metáfora que deixou de ter significado metafórico para passar a ter um significado literal. Factos como este, são frequentes na história da linguagem, sendo até vulgar encontrar, em dicionários, definições usando significados metafóricos o que as não torna incompreensíveis, como por exemplo o de aparecer no Oxford English Dictionaries a definição de "service" como " the sphere of duty" (Cooper, 1986, p. 53). Nestes casos deixa

de haver anomalia semântica considerando-se este tipo de metáforas como metáforas mortas. Em consequência, para alguns autores só são consideradas como metáforas, a metáfora viva, com características específicas como por exemplo, a tensão cognitiva que cria entre conceitos ou domínios conceptuais, a que Philip Wheelwright (1954), chamou "energy tension".

A abordagem global do significado de uma metáfora, segundo Hintikka (1987), pode ser centrada no significado de; (i) uma palavra ou de um termo e neste caso dar significado a uma palavra ou a um termo é, normalmente, referênciá-los a acontecimentos ou a objectos; (ii) uma frase e neste caso, dar significado à frase é fornecer as condições para que ela seja verdadeira. Paul Olscamp (1970) discorda desta última afirmação, defendendo que a questão da veracidade tem pouco ou nada a ver com o significado dado a uma metáfora.

Aristóteles, por exemplo, não se preocupou em analisar a mudança de significado dum nome ou duma frase na metáfora, mas preocupou-se com o efeito desta mudança de significado na representação intelectual do objecto, ou seja, defendeu que a metáfora será uma variação regulada duma representação (no sentido duma imagem mental) que faz ver uma coisa em perspectiva da semelhança que aparece no nosso espírito, dando-lhe uma nova denominação.

O problema do significado duma metáfora é bastante complexo. Além das perspectivas anteriores constituintes de uma visão tradicionalista do significado, existem autores que afirmam que além do significado próprio das palavras e das frases há um significado próprio da metáfora, que ultrapassa aqueles e que é denominado *significado metafórico*. Constitui um conteúdo

cognitivo específico, obtido através da interacção de palavras ou frases que podem, elas próprias não terem significado metafórico (Cooper, 1986).

Para o estudo do significado da metáfora tem-se que ter presente que este não está ligado somente aos aspectos semânticos, mas também a outros que o condicionam como os aspectos culturais, emotivos, comunicativos, temporais, sociais e de desenvolvimento cognitivo. Segundo Alain Petit (1988):

“La compétence cognitive est elle mise à l’épreuve par cette ébranlement de la certitude sémantique” (p. 67).

O conceito de significado quando aplicado à metáfora refere-se, portanto, a um conjunto combinado de interrelações de vários tipos.

### 3.3- A Metáfora, a Analogia e a Interpretação

O problema da interpretação da LM é complexo, já que, por um lado, é inerente a este tipo de linguagem a possibilidade de suscitar diferentes interpretações e por outro lado, a interpretação corresponde a regras implícitas, e por vezes individuais, pelas quais se interpreta uma metáfora ou uma analogia. Assim, a interpretação da LM está ligada não só às características da metáfora e da analogia mas também às características individuais de quem a interpreta (Trick e Katz, 1986).

Para estudarmos o problema da compreensibilidade da metáfora teremos de nos socorrer das perspectivas teóricas da interpretação da metáfora pois estas estão intimamente ligadas com as teorias da sua compreensibilidade. Este facto deve-se ao que foi dito anteriormente, para que possa ocorrer a compreensão de uma metáfora é necessário que previamente ela seja identificada, tenha significado e seja interpretada.

Segundo a teoria de Gentner (1989) parece que se interpreta melhor uma metáfora quanto maior for o número de características comuns entre a fonte e o alvo. Não podendo ser utilizado este critério é melhor interpretada, por adultos, aquela metáfora que especifica relações em vez de simples atributos.

Conforme Ortony (1979), afirma, para a interpretação duma metáfora devem ser mais relevantes as características incluídas na fonte do que no alvo sendo mais facilmente interpretadas aquelas que exibem assimetrias relevantes ("salience imbalance").

Para Tourangeau e Sternberg (1981) as características que distinguem o alvo de outros objectos ou ideias do mesmo domínio são fundamentais para interpretar uma metáfora já que a LM implica uma projecção conceptual de um domínio para outro domínio diferente de conceitos.

Na perspectiva teórica que defende a existência de um significado metafórico próprio as características comuns que caracterizam o alvo e a fonte podem não ser as dominantes para a interpretação de uma metáfora ou analogia mas, em contrapartida, as características novas que possam emergir e que não caracterizam nem o alvo nem a fonte podem ter o principal papel na interpretação dessa metáfora. Tourangeau e Rips (1991) defendem esta perspectiva demonstrando, ainda que os indivíduos preferem as metáforas que possam evocar interpretações detalhadas. Na mesma linha de ideias, Verbrugge e McCarrel (1977) demonstraram que o "ground could be an effective recall cue for the metaphor" e que a correspondência entre os domínios de uma metáfora ou analogia consiste não em características comuns mas sim numa nova perspectiva do alvo baseada numa nova esquematização do respectivo domínio. Estes estudos sugerem pois que a base (ground) da

metáfora não está baseado em associações ou comparações de características comuns existentes entre o alvo e a fonte mas que as ultrapassa.

Lakoff e Turner (1989), ao defenderem o carácter assimétrico de uma metáfora, afirmam que sua interpretação é um complexo "mapping" de relações cognitivas flexíveis:

" account of emergent properties in metaphors requires knowledge structures that are less fixed than schemata" (p. 131).

A flexibilidade destas estruturas cognitivas permite, frequentemente, a transformação, e não a simples transferência, das características aplicáveis ao alvo. Sugerem, também, que há um gradiente de dificuldade cognitiva crescente e contínua na interpretação da linguagem literal para a interpretação de metáforas vivas, passando pelas convencionais e as mortas.

Em investigação, muitos dos estudos sobre a compreensão da metáfora e da analogia baseiam-se em estudos de rapidez de interpretação das mesmas (Harris, 1979 e Ortony et al., 1978) desprezando outros parâmetros de análise que poderiam responder a questões actualmente ainda sem resposta relacionadas com a interpretação da LM, tais como:

- Em que consiste e o que é relevante para a interpretação de uma metáfora ou de uma analogia? A interpretação de uma metáfora ou de uma analogia, estará nas características comuns ou ultrapassa-as emergindo da própria metáfora? Se está nas características comuns quais as que melhor contribuem para se construir uma boa metáfora facilmente interpretável?



### 3.4-A Metáfora, a Analogia e o Contexto

Pela sua grande importância para o estudo da compreensibilidade da metáfora e da analogia, existe uma linha de investigação bastante desenvolvida que se dedica ao estudo do contexto em que a metáfora e a analogia se inserem.

Considera-se, aqui, como contexto, aqueles aspectos que o leitor ou o ouvinte precisa de conhecer para compreender uma dada metáfora ou analogia. Esta definição é baseada nas ideias de Vosniadou (1989) e de Clark e Carlson (1981).

O contexto é um factor essencial para a obtenção do reconhecimento, significado e interpretação da LM influenciando como a respectiva base ("ground") dessa metáfora e dessa analogia é construída (Gildea e Glucksberg, 1983). Fraser (1979), através dos seus trabalhos experimentais, concluiu que havia pouca consistência na compreensão da metáfora e da analogia se estas estivessem descontextualizadas.

O contexto é tão importante que para as teorias explicativas do funcionamento da LM que o enfatizam ele torna-se o principal factor de compreensão da metáfora e da analogia, pois que é o contexto que faz com que o significado da fonte se transforme num novo significado tornando-se a metáfora e a analogia não como desviantes em relação à linguagem literal mas constituintes da própria linguagem. Assim, Beardsley (1976), por exemplo, afirma que:

"the complex of connotations that applies through metaphor to a particular context, transforms that context and thereby establishes a new contextual meaning" (p. 143).

É o contexto que pode transformar um atributo trivial em relevante induzindo, assim, a metaforicidade de uma expressão (Ortony, 1979). Para Ricoeur (1979), o contexto de uma metáfora é um campo de referência familiar segundo o qual a metáfora é interpretada. Mais especificamente, segundo a opinião dos contextualistas, a metáfora e a analogia só podem ser compreendidas como tal se estiverem de acordo com o contexto no qual foram utilizadas. e simultaneamente a utilização da metáfora e da analogia muda o contexto. Na compreensibilidade da metáfora ocorre, portanto, uma transferência de significados entre contextos.

Como resultado de estudos experimentais, principalmente da área da psicolinguística, baseados no estudo da linguagem literal e da linguagem metafórica, para comprovar o efeito do contexto na compreensibilidade da metáfora e da analogia, muitos autores concluíram que estas podem ser compreendidas tão rapidamente como uma frase literal equivalente quando inserida em contextos apropriados (Hoffman e Kemper, 1987, Inhoff et al., 1984 e Gibbs, 1984). Esta conclusão reforçou os resultados obtidos por Kemper et al. (1984) e por Gering e Healy (1983), que afirmaram que os factores contextuais norteiam e afectam do mesmo modo a rapidez de compreensão tanto da linguagem literal como da metafórica. Rumelhart (1979) tinha, também, chegado à conclusão que a linguagem metafórica requer uma informação contextual da mesma profundidade da linguagem literal.

Vários autores, como por exemplo, Shrinjo e Myers (1987), Kemper et al (1984) e Gildea e Glucksberg (1983), estudando a compreensibilidade da metáfora e da analogia incluídas num contexto escrito em forma de prosa concluíram que elas eram compreendidas mais facilmente se estivessem incluídas nesse texto

e que, por sua vez, a inclusão da metáfora e da analogia no texto tornava-o mais compreensível. Gibbs e Gering (1989) realçaram ainda mais esta ideia afirmando que o contexto discursivo fornece uma grelha conceptual que permite a compreensão de qualquer tipo de frase metafórica.

Vosniadou (1989) considera dois tipos distintos de contexto, o extrínseco e o intrínseco. O efeito do contexto extrínseco vai diminuindo conforme vai aumentando o contexto intrínseco. Este facto é muito importante quando se refere a crianças. No contexto extrínseco podem-se incluir os factores interaccionistas (sociais) e os linguísticos e no intrínseco os factores ligados com o próprio indivíduo. Os factores interaccionistas referem-se às interacções entre quem usa uma metáfora ou analogia e quem as tem de compreender. Os contextos linguísticos são referentes aos processos de comunicação, havendo linhas de investigação que afirmam que os factores linguísticos formam um contexto para a compreensão da metáfora e da analogia, resultando esta de efeitos conjuntos do "input" linguístico e do contexto linguístico. Os factores intrínsecos estão relacionados com o "eu". Estes factores intrínsecos dependem, contudo, dos factores extrínsecos. A compreensibilidade da LM depende, pois, da vivência prévia e partilha de experiências, representações, crenças, modelos mentais ou conhecimentos culturais comuns, entre quem utiliza e quem compreende uma metáfora e/ou uma analogia. Estes factores estão armazenados na memória de modo a permitir o reconhecimento e interpretação das frases metafóricas, formando aquilo a que podemos chamar, uma base de conhecimento comum denominada por muitos autores como "base conceptual" (Rumelhart e Ortony, 1987, Johnson e Laird, 1989 e Gentner e Stevens, 1983). Pode-se concluir que um contexto que providencie o acesso ao conhecimento prévio contido na memória facilita a compreensibilidade da

metáfora e de analogia (Gibbs, 1984). A importância deste conhecimento prévio é realçado por Boswell (1986) que afirma que este forma a base da compreensão individual do mundo dando possibilidade ao indivíduo de fazer inferências correctas dos acontecimentos, evitando as más interpretações dos fenómenos. No entanto, segundo Gibbs e Gering (1989). Inhoff et al. (1984) e Ortony et al. (1978), o conhecimento prévio do mundo não chega para a compreensibilidade da LM, visto que pode haver um número ilimitado de interpretações da mesma metáfora ou analogia. Os mesmos autores propõem então a necessidade de ocorrer um processo posterior à utilização da LM de "disambiguation with respect to common ground", que pode ser realizado através da intimidade ou da cumplicidade que a utilização da metáfora e da analogia provoca, transformando-se a LM num poderoso instrumento de relações interpessoais. Pode-se inferir, transferindo para uma situação escolar, que é essencial partir dos conhecimentos anteriores dos alunos, quando se utiliza uma metáfora ou uma analogia, contudo não é suficiente. Está reforçada a ideia de que a exploração didáctica da LM em contexto de sala de aula, é importante podendo constituir um processo de "disambiguation".

Prosseguindo os seus estudos sobre a compreensibilidade da LM e o contexto em que esta se insere, Boswell (1986) mediu a compreensão da metáfora utilizando-a com uma intenção perceptível e uma intenção aleatória. Demonstrou que as metáforas intencionais eram mais facilmente compreensíveis. Na mesma linha de ideias, Gibbs et al. (1991), defenderam que o conhecimento prévio das intenções e objectivos dos autores que constroem a metáfora e daquilo que pretendem comunicar desempenha um papel importante na facilidade de compreensibilidade dessa mesma metáfora. Para comprovarem a sua hipótese, forneceram uma mesma metáfora a adultos,

dizendo a um grupo que a metáfora tinha sido formulada por escritores (poetas) e a outro grupo que tinha sido formulada por um computador. Observaram que a metáfora foi melhor compreendida quando era suposto ser da autoria de escritores sendo as decisões sobre o respectivo significado mais rápidas. Fazendo a contra prova utilizando, agora, frases literais, os mesmos autores, observaram que estas frases foram melhor compreendidas quando era suposto serem da autoria de computadores sendo as decisões sobre o respectivo significado mais rápidas. Concluíram assim, que o conhecimento da autoria da metáfora afecta não só o processo da respectiva compreensibilidade mas também o produto final porque há uma partilha de conhecimentos, crenças e pressupostos entre o autor de uma frase metafórica e o ouvinte/leitor.

Stella Vosniadou (1989), estudando o contexto linguístico de uma metáfora concluiu que esta é compreendida mais facilmente se for precedida por outras metáforas mesmo se estas forem mais pobres.

Transferindo estes resultados para uma situação didáctica, pode-se inferir a necessidade de indicar aos alunos os objectivos da utilização da LM, assim como da criação de um clima motivacional para a utilização da metáfora e da analogia na sala de aula mesmo correndo o risco da metáfora e/ou analogia geradas pelos alunos serem pobres.

Gering e Healy (1983) debruçando-se na influência do contexto e da compreensibilidade da LM, estudaram a posição relativa do alvo e da fonte nas frases metafóricas e observaram, através de resultados obtidos experimentalmente, que numa frase se a fonte aparecer primeiro era compreendida numa primeira fase de uma forma literal e só posteriormente, com nova leitura, era compreendida como metafórica. Se o alvo aparecer em

primeiro lugar, havia uma rápida compreensão que a frase era metafórica. A localização do alvo e da fonte na frase, impediam, assim, que houvesse uma análise literal. Este facto verificava-se tanto em frases construídas na voz passiva como na voz activa. Destes resultados pode-se inferir a necessidade de uma cuidadosa construção da metáfora e da analogia apropriada a uma determinada situação didáctica.

Em síntese:

As expressões metafóricas dependem do contexto para o seu reconhecimento, significado e interpretação. A compreensibilidade da LM pode variar de contexto para contexto e dentro do mesmo contexto ter várias interpretações portanto a compreensibilidade de uma metáfora ou analogia não é universal. O estudo do contexto é tão importante que divide os autores quanto aos processos cognitivos que estão subjacentes à compreensibilidade da LM. Para alguns a compreensibilidade da metáfora e/ou da analogia não envolve processos cognitivos especiais desde que estas sejam integradas num contexto adequado. Para outros, qualquer que seja o contexto, a compreensibilidade da metáfora e/ou da analogia é considerada como um processo cognitivo especial e complexo devido às características de possuírem significados indeterminados e serem não proposicionais. (Gering e Gibbs, 1985 e Gibbs, 1984). No entanto, em qualquer dos casos, a contextualização permite uma maior compreensão da metáfora e/ou da analogia, pois que minimiza, segundo Vosniadou (1989), as dificuldades inerentes à distinção entre linguagem literal da não literal assim como facilita o reconhecimento das características semelhantes de domínios diferentes.

### 3.5- Aspecto Icónico da Metáfora e da Analogia

O aspecto icónico inerente à metáfora e à analogia influencia positivamente a respectiva compreensibilidade. As imagens mentais continuam a constituir certamente um dos campos mais ubíquo, intrigante e surpreendente, talvez porque é difícil submeter este campo a investigações científicas empíricas. No entanto, nos últimos vinte anos uma quantidade substancial de investigações, cuidadas e rigorosas, parecem indicar que as imagens mentais são um fenómeno cognitivo importante construindo um sistema de representações subjacente à construção do conhecimento.

A linguagem pode provocar acção, fazer emergir sentimentos ou fornecer novos "insights". Especificamente, é característico da linguagem metafórica provocar o aparecimento de imagens mentais. Refere-se, aqui, imagens mentais como representações do conhecimento e, portanto, como aquelas que são conscientes, excluindo-se os sonhos, as alucinações e outras imagens que fogem ao controlo do indivíduo. Segundo Jacqueline Bideaud (1988) as imagens mentais asseguram e provocam as representações holísticas da informação integrando-as, podendo controlar as acções e estas modificarem, por sua vez, o conhecimento e, portanto, a sua representação.

Este valor icónico da LM é tão importante que se reflecte no próprio nome dado a este tipo de linguagem: linguagem figurativa.

O sistema icónico é especializado em lidar com dois tipos de informação: (i) a perceptual relacionada com objectos e acontecimentos não verbais; (ii) a linguística relacionada com o sistema verbal. Nesta perspectiva, a metáfora e a analogia são poderosos instrumentos de construção do conhecimento, pois

que, provocam a activação do sistema icónico através de um sistema simultaneamente perceptual e linguístico .

A ideia que a construção do conhecimento se faz por meio da formação de imagens mentais já tem uma longa tradição. Por exemplo, Aristóteles afirmava que:

"images exist in the mind in the absence of external objects, and thinking consists in a contemplation of these images" (citado por Mandler e Mandler, 1964, p. 9).

Paivio (1979), afirma que as imagens mentais são um constructo cognitivo, sendo necessário a existência de diferentes estímulos para evocarem uma imagem mental. Posteriormente, Paivio (1979) diz ainda, que este comportamento cognitivo é mediado por dois sistemas simbólicos (comportamentais e operacionais) independentes mas interrelacionados que são especializados por codificar, organizar, transformar, armazenar e processar informações.

Ao papel específico da LM na percepção, na memória e na imaginação do leitor (ou do auditor) deu Gaston Bachelard (1964) o nome de reverberação "retentissement". De acordo com este autor, o significado verbal gera imagens que, por assim dizer, rejuvenescem e reactivam pela imaginação a memória da experiência sensorial. Para Bachelard esta dimensão reverberativa é o que caracteriza o carácter figurativo da metáfora.

Paul Henle (1958), chama a atenção para a observação de Charles Sanders Pierce, que ao distinguir os vários aspectos do signo (símbolo, ícone, e índice) acentuou o aspecto icónico da metáfora.



A teoria semiótica de Pierce (1985) comporta várias divisões de signos. Uma delas é a que distingue indexes, ícones e símbolos. Estes progridem cognitivamente numa continuidade, desde o mais “transparente” ao mais “opaco”. Um ícone, para este autor, é um signo em que o significante ("signifier") exhibe alguma das características do significado ("signified"). Henle baseia-se neste facto para sublinhar que é o carácter icónico que distingue a metáfora de todos os outros tipos de discurso. O que está em causa, portanto, é o desenvolvimento da esquematização, para a representação icónica.

O enigma da representação icónica contido na LM permanece porém insolúvel enquanto tratarmos da imagem somente como uma pintura mental. De facto, segundo Ricoeur (1983), na metáfora nada é efectivamente mostrado por imagens sensoriais tudo se passa na linguagem, quaisquer que sejam as associações no espírito do escritor ou do leitor. Assim:

"en causant un flux d'images, le discours metaphorique commence des changes ou distance logique en provoquant une grand rapprochement entre concepts ou domains aparentemente éloignés" (p. 282).

Metaforizar, então, segundo Ricoeur (1983), não é ter uma pintura mental de algo mas produzir relações de um modo figurativo.

"Soit cette figuration se concerne aux similarités non explicites et non rapportées ou se rapport aux qualités, structures, localizations, situations, attitudes ou sentiments, la nouvelle connexion pretendue est, en tous les cas, compris comme l'icon décrit ou figure" (p. 148).

Com o aparecimento do behaviorismo decresceu a importância do valor cognitivo do aspecto icónico da metáfora. Este facto, era justificado pelo argumento que as palavras que eram usadas para descrever as imagens

mentais não podiam ser rigorosamente definidas em termos de comportamento. Com os cognitivistas a importância das imagens mentais retoma um papel preponderante alargando-se o estudo à relação entre aquelas imagens com o próprio pensamento e com a construção do conhecimento (Richardson, 1983).

Segundo John Richardson (1983) as imagens mentais podem ser intencionalmente construídas para representar certas ideias ou conceitos de uma maneira simbólica e embora estas representações possam ser normalmente descritas ou listadas, a criação e manutenção de imagens mentais parecem ser funcionalmente dependentes da linguagem. Estas imagens podem ser mantidas por um período de tempo definido, podendo ser manipuladas e transformadas de diferentes maneiras.

De acordo com o que Jacqueline Bideaud (1988) afirma as imagens mentais persistem em três casos particulares: (i) enquanto o conhecimento não é codificado no património linguístico; (ii) enquanto esta codificação for muito recente e não possa ser utilizada de um modo funcional; (iii) enquanto a explicitação dos conhecimentos integrados exige operações mentais que não estejam disponíveis.

Para Richardson (1983) e Baddeley et al. (1974), as imagens mentais (que a metáfora e a analogia evocam) são um poderoso mediador de actuação em tarefas cognitivas, podendo essas imagens mentais estar armazenadas na memória como uma representação pictorial com potencialidades de serem transformadas espacialmente.

Em síntese:

O enigma da representação icónica reside na maneira como o seu elemento figurativo ocorre como uma predicação assimilativa: algo aparece no qual temos uma nova conexão. Tome-se um exemplo concreto: "O átomo é uma nuvem de electrões". Aqui "nuvem" é o elemento propriamente icónico da metáfora, aquele que permite a assimilação predicativa ("o átomo pode ser imaginado com as características de uma nuvem").

## CONCLUSÃO

Os termos "metáfora" e "analogia" não têm um significado universal, o que implica que não haja uma definição comum e aceite unanimemente pelos estudiosos da LM.

Existe, actualmente, um intenso e multidisciplinar debate sobre o que é e como funciona uma metáfora ou uma analogia cujos resultados estão longe de serem consensuais. Uma das possíveis razões é a existência de diferentes perspectivas sobre a natureza e a função da LM, aliadas às diferentes concepções sobre o que é o conhecimento, a linguagem e a criação de significado em educação científica.

A compreensibilidade da metáfora e da analogia é um processo complexo, englobando uma abordagem global e não reducionista do mundo, pois que envolve variáveis ligadas à própria LM, variáveis ligadas aos sujeitos e ao contexto quer este seja social, cultural, psicológico ou físico. Assim, metáfora e analogia são estruturas cognitivas, interactivas com as experiências e os conhecimentos anteriores, que levam a uma nova compreensão, pela criação de novos significados, do próprio sujeito, dos outros e do contexto o que pode

implicar a construção de conhecimento próprio traduzido por formas de sentir, pensar e agir.

## Capítulo II

### A METÁFORA, A ANALOGIA E A COGNIÇÃO

#### INTRODUÇÃO

Numa perspectiva clássica e funcionalista, a aprendizagem baseava-se, essencialmente, na aplicação correcta de métodos e técnicas educativos, sendo a Didáctica "A arte de bem ensinar" (Coménio). Modernamente, a noção de aprendizagem tornou-se mais complexa com as contribuições de vários campos do saber. Assim, a Didáctica começou a recorrer aos conhecimentos provenientes das Ciências Cognitivas. Estas, por sua vez, interroga as Ciências de Educação como responsáveis pela construção do conhecimento através dos processos de ensino e aprendizagem.

Segue-se, neste capítulo a concepção de Alain Petit que, em 1988, afirmou, realçando o poder cognitivo da metáfora:

"La métaphore enveloppe un apprentissage et c'est précisément cette fonction cognitive qui interdit de s'en tenir à une version purement substitutive de la théorie de la métaphore (...) s'en enquérir au nom - substitut et au remplacé est de l'ordre de la représentation (...) elle a pour fonction invariante de permettre à l'auditeur l'acquisition aisée d'une connaissance" (p. 65).

Esta hipótese de partida é baseada na concepção de que a metáfora é um instrumento de poder cognitivo com a potencialidade de provocar uma reorganização de esquemas conceptuais. Esta ideia está de acordo com o que Eva Kittay (1987) considerava, utilizando ela própria a seguinte metáfora, quando se refere à função cognitiva da metáfora, "rearranging the furniture of

our minds" (p. 314). Na mesma ordem de ideias Alain Petit (1988) considerou da seguinte forma o valor cognitivo de metáfora:

"elle (la métaphore) ne saurait donc se reeduire à un pur fait de langue, encore moins à un usage contingent, elle possède une forme de nécessité, corollaire de l'unité représentative, dans les limites de l'appareillement, de la ressemblance, ou encore de l'appropriation. Elle semble posséder la fonction cognitive majeure, permettant de découvrir des relations d'équivalence entre les objets qui n'appartiennent pas à un genre déterminé" (pp. 63 e 64).

Nesta perspectiva, como se tentará explicitar seguidamente, a linguagem metafórica não é simplesmente um fenómeno linguístico ou comunicativo mas é principalmente um instrumento de desenvolvimento cognitivo, que une o conhecido com o desconhecido, e é aplicável a numerosos domínios do saber. A linguagem metafórica liga-se aos processos e funções cognitivas e metacognitivas a diferentes níveis, desde a percepção à memória, ao raciocínio, à imaginação, à resolução de problemas e à criatividade, assim como ao desenvolvimento cognitivo. Em particular, como observou Paul Ricoeur (1979) pode-se atribuir-lhe um papel específico na produção e transmissão de novas ideias e conceitos "Metaphor allows us a glance at the general procedure by which we produce concepts" (p. 147) ou como Lakoff e Johnson (1980) afirmaram, a metáfora pode criar uma nova compreensão do mundo "The power of a metaphor to create a reality rather than simply to give us a way of conceptualizing a preexisting reality".

## 1- A METÁFORA, A ANALOGIA E O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Para que os alunos dos diversos níveis etários realizem aprendizagens significativas, no contexto do sistema escolar formal, é essencial que os

professores conheçam o modo como esses alunos produzem, compreendem e utilizam a metáfora e a analogia, assim como é também fundamental que os professores conheçam quais os problemas comumente inerentes a esses processos cognitivos. Sendo a produção e a utilização da metáfora e da analogia da iniciativa própria de cada indivíduo, torna-se relevante, em contexto escolar, realçar a das mesmas em detrimento da produção e da utilização, já que, involuntariamente, os alunos estão expostos à produção e à utilização da metáfora e/ou da analogia por parte dos professores. Parte-se do pressuposto que sem compreensão não pode ocorrer nenhuma espécie de aprendizagem, conseqüentemente, põe-se o seguinte problema: a criança, o adolescente e o adulto interpretarão e compreenderão a metáfora e a analogia do mesmo modo? A resposta a esta pergunta enquadra-se numa perspectiva global de compreensibilidade da problemática do desenvolvimento cognitivo, relacionado com a metáfora e com a analogia, sendo estas por sua vez consideradas variáveis cruciais para esse mesmo desenvolvimento cognitivo.

#### Panorâmica dos estudos já realizados

Da análise da literatura existente sobre o assunto organizou-se um quadro de pensamento teórico segundo as seguintes vertentes:

- (i)- Capacidade de Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia e o Desenvolvimento Cognitivo
- (ii)- Percurso Evolutivo da Produção, Utilização e Compreensão da Metáfora e/ou da Analogia
- (iii)- Diferenças de Compreensibilidade entre Metáfora e Analogia
- (iv)- Características Inerentes à Metáfora e à Analogia e sua Compreensibilidade

(v) Diferenças de Compreensibilidade da Metáfora e da Analogia entre Adultos e Crianças

(vi)- Obstáculos à Compreensibilidade da Metáfora e da Analogia pelas Crianças

#### 1.1- Capacidade de Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia e o Desenvolvimento Cognitivo

Tem-se verificado nestes últimos vinte e cinco anos um grande interesse por parte dos investigadores no estudo da relação entre a compreensão, utilização e produção da LM e o desenvolvimento cognitivo.

Numa perspectiva desenvolvimentista, a resposta surge certamente, numa linha evolucionista da construção de esquemas cognitivos cada vez mais elaborados, complexos e abstractos, desde a infância até à idade adulta, como é sustentado por Richards (1936) e Black (1962), que concordam que a mesma metáfora ou analogia pode ser interpretada duma forma mais ou menos elaborada. Esta elaboração depende das características da própria metáfora ou da analogia e, também, de quem a interpreta, estando, portanto, aqui incluído, como vertente importante, o problema do desenvolvimento cognitivo.

A investigação sobre o desenvolvimento das capacidades necessárias à compreensão da LM em crianças provém dos trabalhos pioneiros de Asch e Nerlove (1960), que, numa perspectiva piagetiana, concluíram que as crianças eram incapazes de compreender a LM até atingirem os 10 a 12 anos de idade.

Com uma grelha de análise de base piagetiana, a literatura diz-nos que há diferenças significativas no desenvolvimento da capacidade de compreender



a metáfora e a analogia, dependendo dessa compreensibilidade da evolução cognitiva. Muitos autores, principalmente na década de 70, tentaram provar que a compreensibilidade da metáfora ou da analogia, pelas crianças, está associada com os estádios definidos por Piaget (Cometa e Eson, 1978 e Winner et al., 1978).

Os defensores duma perspectiva piagetiana, ligados ao estudo dos problemas da compreensibilidade da LM, consideram a compreensão da metáfora e da analogia como um processo cognitivo de classificação ligado ao desenvolvimento do raciocínio analógico. Ora, segundo Inhelder e Piaget (1969), é no estágio das operações concretas do desenvolvimento cognitivo (7 a 11 anos) que se dá a possibilidade de classificar usando semelhanças, incluídas em classes, possibilitando uma categorização baseada no desenvolvimento da capacidade de pensar sobre relações e é no estágio das operações formais, segundo os mesmos autores, que ocorre o desenvolvimento da capacidade de classificar usando proporcionalidade. Esta aceção implica que haja uma relação entre a compreensão da metáfora ou da analogia, por comparação com o pensamento concreto operacional, e a compreensão da metáfora ou da analogia, por proporcionalidade com o pensamento formal.

Investigações sobre a compreensão da LM em crianças, conduzidas por Douglas e Peal (1979) e Winner et al. (1978), descrevem esta compreensibilidade como um processo progressivo, partindo de uma linguagem rígida e literal para uma linguagem flexível, abstracta e metafórica que ocorrerá a partir da puberdade. Daqui resulta que os autores que estudam a linguagem metafórica numa perspectiva piagetiana defendem que há diferentes níveis de compreensão da metáfora e da analogia, mas que a

completa compreensão destas só se faz nos anos finais da puberdade ou iniciais da adolescência (por volta dos 12 anos). Nesta perspectiva, as crianças do pré-escolar serão incapazes de produzir LM porque pensam em pré-conceitos baseados na acção e nas imagens simbólicas e não em termos de verdadeiros conceitos. As frases, que parecem metafóricas, utilizadas pelas crianças, não são mais que a percepção das semelhanças entre elementos individuais (Winner et al., 1978 e Matter e Davis, 1975) ou supraextensões ("overextensions") (Hudson e Nelson, 1984). Em oposição a esta ideia, e segundo os autores que não defendem uma perspectiva desenvolvimentista de base piagetiana, como Richard Billow (1975), afirma-se que as crianças compreendem a LM muito antes do estágio das operações concretas. Marilyn Pollio e Howard Pollio (1975 e 1979) afirmam que as crianças produzem e usam linguagem figurativa no pré-escolar, podendo, nalgumas crianças, a frequência dessa produção e utilização ir decrescendo com a idade. No entanto, verifica-se uma progressão crescente de produção e utilização de metáforas convencionais para metáforas originais ou novas (Gardner et al., 1975).

Usha Goswami (1992) contraria as três principais afirmações da teoria de desenvolvimento analógico de Piaget, nomeadamente, porque: (i) a capacidade de pensar sobre semelhanças relacionais é uma capacidade característica do pensamento formal; (ii) pensar sobre semelhanças relacionais requer a capacidade de pensar por proporcionalidade; (iii) as crianças recorrem a associações para compreender as analogias.

Assim, para Gardner et al. (1975) as crianças dos 2 aos 6 anos são capazes de completar frases metafóricas e para Honeck et al. (1978) e Gentner (1977) elas compreendem usos metafóricos da linguagem. Segundo Robert

Verbrugge (1979) as crianças a partir de 2 anos de idade podem visionar um objecto em vez de outro, sendo, na opinião de Harris (1982), a metáfora e/ou a analogia o meio privilegiado de expressão linguística neste nível etário.

Segundo Vosniadou e Ortony (1983, 1984), as crianças de 4 anos são capazes de distinguir comparações baseadas na metáfora e/ou na analogia, observando-se uma transferência do significado de um domínio analógico para outro e comparações baseadas em linguagem literal. Trabalhando com crianças de 3 anos, esses autores mostraram que estas já possuíam alguns conhecimentos de linguagem metafórica. Mendelson et al., (1984), completando e desenvolvendo o ponto de vista presente nos trabalhos de Ellen Winner (1979), afirmaram que a produção da metáfora pelas crianças não é realizada através de um processo de nomeação inadequada ou supraextensões ("misnomers ou overextensions"), devido à criança não conhecer o nome literal do conceito que quer dizer. As frases geradas podem, então, ser consideradas frases metafóricas, visto a criança estar consciente de que está a violar uma regra de categorização. Gentner (1977) afirmou que crianças de 5 anos produzem interpretações relacionadas com os atributos de uma metáfora. Pearson (1990) demonstrou que as crianças dos 3 aos 5 anos não têm dificuldades na aquisição de novo léxico baseado na metáfora ou na analogia, dependendo se estas têm significado (fazem sentido) numa dada situação. Segundo Hudson e Nelson (1984) e Winner et al. (1980), as crianças de 6 anos replicam jogos metafóricos em novas situações. Para Kogan e Chadrow (1986) as crianças antes dos 7 anos identificam e emparelham frases metafóricas com frases literais, distinguindo-as sem dificuldade. Goswami (1992) argumenta que a compreensão metafórica pode não se relacionar directamente com o desenvolvimento cognitivo e que as

crianças podem compreender a LM em qualquer fase desse seu desenvolvimento, mesmo desde os primeiros meses de vida. A capacidade de compreensibilidade da LM depende da dificuldade das relações estabelecidas entre os domínios da metáfora e/ou da analogia. Se essas relações pertencem já ao património conceptual da criança, reconhecer as semelhanças não constitui uma dificuldade de desenvolvimento cognitivo. As crianças para se desenvolverem cognitivamente necessitam de aumentar o seu conhecimento conceptual do mundo. Quando este conhecimento conceptual é diminuto as crianças recorrem ao conhecimento perceptual ou a associação de relações para compreender a LM. A confirmar esta ideia, os estudos de Alexander et al. (1989) e Nippold e Sullivan (1987) confirmaram que crianças de 4 e 5 anos podem pensar analogamente e que, com instrução específica, podem usar os componentes do pensamento analógico proposto pelo modelo de Sternberg, já descrito anteriormente.

Noutra linha de ideias, e de acordo com a perspectiva teórica que afirma que o processo de compreensão da metáfora e/ou da analogia é o mesmo que o da compreensão da linguagem literal e que esta última não aparece primeiro no processo global da aquisição da competência linguística, considera-se que não há razão para acreditar que as crianças não compreendem a linguagem metafórica, desde tenra idade. Nesta perspectiva, e segundo Stella Vosniadou (1987), as dificuldades encontradas na compreensão da LM são as mesmas que as verificadas na compreensão da linguagem literal, as quais se relacionam com o contexto, o conteúdo da frase, o conhecimento anterior e o desenvolvimento cognitivo.

## 1.2- Percurso Evolutivo da Produção, Utilização e Compreensão da Metáfora e/ou da Analogia

Keil (1984) baseado em resultados de estudos empíricos no campo da psicolinguística, desenvolvidos numa perspectiva desenvolvimentista, defendeu que a metáfora ou a analogia poderão ser produzidas pelas crianças do pré-escolar, pela seguinte ordem: (i) usando atributos animados e atribuindo-os a objectos inanimados; (ii) personificação - atribuindo semelhanças humanas a animais; (iii) usando atributos físicos e atribuindo-os a objectos não físicos.

Por sua vez, Winner et al. (1978) defendem uma sequência regular de três etapas seguidas pelas crianças até atingirem uma completa compreensibilidade da metáfora e da analogia: (i) podem compreender directamente que um elemento pertence a uma classe, aceitando-a como pertencente a um mundo mágico (e.g. “o guarda prisional é uma pedra forte” - pode ser interpretada como se o guarda se transformasse magicamente numa pedra); (ii) os dois domínios justapõem-se sensivelmente. A ligação entre os dois domínios transforma a identidade de cada domínio numa continuidade. A metáfora é transformada numa metonímia (e.g. “o guarda prisional é uma pedra forte” - pode ser interpretado como se o guarda trabalhasse numa prisão com paredes de pedra); (iii) compreendem a metáfora de uma forma primitiva. Ambos os termos da metáfora pertencem ao mesmo domínio (e.g. “o guarda prisional é uma pedra forte” podem ser só compreendidas as características pertencentes ao domínio físico e serem interpretadas como o guarda sendo musculoso e, por isso, fisicamente forte como uma pedra; (iv) compreendem a metáfora de uma maneira genuína, onde a comparação

provém da interrelação entre as várias dimensões dos domínios (e.g. “o guarda prisional é uma pedra forte” - pode ser compreendida, como se guarda além de possuir os aspectos físicos referidos na etapa anterior, seja também psicologicamente resistente aos prisioneiros e às condições inerente à vida prisional).

Estes autores concluíram que as crianças até aos 6 anos apresentam geralmente explicações mágicas; dos 6 aos 8 anos compreendem a metáfora como uma metonímia ou como uma metáfora primitiva, apresentando ainda algumas explicações mágicas. Pelos 8 anos começam a compreender metáforas genuínas, mas só aos 10 anos é que se torna mais vulgar essa compreensão, embora muitas crianças ainda recorram à metonímia ou à metáfora primitiva. Será apenas por volta dos 14 anos que compreendem a relação metafórica de uma forma genuína.

Siltanen (1990) propõe a seguinte sistematização da compreensão das metáforas por parte das crianças. Considera quatro estádios de metacompreensão em que interrelaciona a idade, a dificuldade inerente à própria metáfora e a dificuldade da aprendizagem pedida:

*Estádio 1* - As crianças de 5 anos compreendem metáforas fáceis, apresentadas num determinado contexto, construindo categorias disjuntivas num quadro de relações de natureza perceptual.

*Estádio 2* - As crianças entre os 6 e os 8 anos compreendem metáforas simples contextualizadas, construindo categorias disjuntivas e cognitivas num quadro de relações múltiplas. A compreensão da metáfora é um processo cognitivo mais elaborado do que no estádio anterior.

*Estádio 3* - As crianças com idades entre os 9 e os 11 anos compreendem metáforas fáceis e de moderada dificuldade, contextualizadas, construindo

categorias disjuntivas, cognitivas e relacionais, num quadro de relações de natureza perceptual e/ou conceptual.

*Estádio 4* - As crianças de 12 anos, ou mais velhas, compreendem metáforas fáceis, moderadas e difíceis, contextualizadas, construindo categorias disjuntivas, cognitivas e relacionais, num quadro de relações de natureza perceptual e conceptual.

De estágio para estágio, há um crescimento progressivo da compreensibilidade da metáfora, acompanhado da complexibilidade crescente dessa mesma compreensão. A explicação deste facto reside, na opinião da autora, no aumento de idade, no crescimento do conhecimento do mundo exterior e no aumento de vocabulário pelas crianças, as quais vão podendo, assim, construir categorias cognitivas cada vez mais complexas.

Gentner e Ratterman (1992) sugerem que as crianças seguem um percurso de desenvolvimento cognitivo, passando da compreensibilidade das semelhanças perceptuais para as semelhanças relacionais. As crianças, num primeiro estágio, estabelecem correspondências entre objectos pelas características superficiais de aparência entre eles e, só posteriormente, conseguem compreender as semelhanças relacionais desses objectos. Esta mudança parece ser resultado do aumento do conhecimento que emerge dos diferentes domínios da metáfora e/ou da analogia, em diferentes idades.

### 1.3- Diferenças de Compreensibilidade entre a Metáfora e a Analogia

Winner (1988) e Reynolds e Ortony (1989) estudando as diferenças de compreensibilidade entre a metáfora e a analogia, onde em ambas é feita uma comparação não literal, mas só é explícita na analogia, concluíram que a analogia é mais fácil de compreender pelas crianças do que a metáfora, dado que a explicitação ajuda a diminuir a ambiguidade. A dificuldade de

compreensão da metáfora será, então, associada a constrangimentos linguísticos (“linguistic constraints”), uma vez que as crianças não sabem que afirmações predicativas podem expressar uma comparação implícita.

Em relação à facilidade de compreensão da metáfora *versus* analogia pelas crianças (Siltanen, 1990 e Winner et al., 1980) não concordam com a explicação defendida pelos autores citados anteriormente, afirmando que a comparação explícita não é o que facilita a compreensão das metáforas por parte das crianças, pois que elas têm:

“the cognitive capacity to discover the ground that links the two elements of a metaphor may nonetheless fail to correctly solve that metaphor because of the nature of the answer required or because of aspects of the linguistic form (...) it appears that rendering the similarity relationship explicit does not materially affect comprehension (...) the difficulty is determining just how B could be A” (p. 30).

Na mesma linha, Siltanen (1990) afirma que o problema de compreensão da metáfora não está centrado na explicitação de comparações pelas palavras de tipo “como”, mas sim entre a dificuldade inerente à própria metáfora, na interrelação entre os domínios e a aprendizagem desejada. Se é difícil estabelecer esta interrelação, então, o “como” não representa nenhum auxílio à compreensão desejada. A autora reforça ainda esta ideia, dizendo que explicitar a comparação pode até dificultar o desenvolvimento do pensamento divergente e impedir a compreensão da metáfora, nomeadamente das mais elaboradas.



#### 1.4- Características Inerentes à Metáfora e à Analogia e sua Compreensibilidade

Os resultados da investigação sobre a relação entre a compreensibilidade e o tipo de metáforas e de analogias leva a concluir, tal como Evans e Gamble (1988) que o tipo da LM utilizada não é um factor relevante para a facilidade da sua compreensibilidade, sendo sim importante o conhecimento individual existente sobre a fonte e o alvo. Esse conhecimento é essencial para a capacidade de integrar o conhecimento através de comparações decorrentes da metáfora. Siltanen (1990) analisa as dificuldades de compreensão da metáfora e da analogia pelas crianças, baseando-se na tipologia das metáforas proposta nos modelos de Black (1962), de Bruner et al. (1956) e Richards (1936).

Na teoria de Richards (1936) estabelece-se uma distinção entre as metáforas sensoriais e as metáforas emotivas. As primeiras serão compreendidas por semelhanças perceptuais e as segundas por via de semelhanças conceptuais ou psicológicas. Nesta tipologia, Siltanen (1990) afirma que as metáforas do tipo emotivo são mais difíceis de compreender, porque há uma maior frequência do uso de fontes abstractas. Black (1962) distingue metáforas por substituição, de metáforas por comparação e interacção. Segundo Siltanen (1990) este último tipo de metáforas é o mais difícil de compreender pelas crianças, pois depende da intenção do comunicador, do conhecimento de objectos, do conhecimento de outras pessoas e dos locais, do mundo do ouvinte/leitor, do vocabulário conhecido e do contexto. O autor defende que o tipo de metáforas por substituição é o mais fácil de compreender, porque há a substituição por uma frase literal ou por fontes concretas.

Bruner et al. (1956) definiram uma tipologia de categorias distinguindo entre metáforas disjuntivas, cognitivas e relacionais. Na mesma linha de investigação, Siltanen (1990) estudou o grau de dificuldade de compreensibilidade de cada um dos tipos definidos. Em consequência destes estudos, afirmou que:

"a disjunctive category is the easiest to construct because its members share one attribute from a set of perceptual or conceptual attributes. Cognitive categories are more complex and difficult to construct because the members must share the appropriate value of several attributes and relational categories are the most complex and are still more difficult to construct because members must share several attributes and share the appropriate relationships among the attributes" (p. 6).

Em pesquisas realizadas com o objectivo de isolar factores que dificultam a compreensibilidade da LM pelas crianças, incluem-se estudos sobre a metáfora e/ou a analogia cujos domínios se referem a características psicológicas. Os resultados desses estudos indicam que estas são mais difíceis de compreender do que aquelas cujos domínios se referem a objectos físicos (Anglin, 1985 e Vosniadou e Ortony, 1983) reforçam esta mesma ideia, acrescentando que são ainda mais difíceis de compreender as metáforas e/ou as analogias cujos domínios se referem simultaneamente a características psicológicas e físicas, dado que as crianças por terem pouco conhecimento do mundo psicológico, transformam as respectivas características em características físicas. Contradizendo estas asserções, Reyna e Kiernan (1995) reconsideram estas ideias generalizadas, e afirmam que as crianças com menos de seis anos compreendem metáforas perceptuais antes mesmo

de fazerem interpretações abstractas e não só o fazem como também preferem utilizar metáforas e/ou analogias psicológicas e não perceptuais.

Noutra linha de investigação, Pollio e Pollio (1979), concluíram que para as crianças, qualquer que seja a sua idade, as metáforas convencionais são mais fáceis de compreender do que as metáforas originais.

Outras dificuldades inerentes ao processo de compreensão da metáfora e/ou analogia têm sido relacionadas com o binómio abstracto/concreto. Utiliza-se, aqui, o termo abstracto em sentido restrito, seguindo a definição de Broderick (1991), em que abstracto é "to denote the applying of a physical feature in a nonphysical (psychological) domain" (p. 6).

Baseando-se em estudos experimentais, Winner (1979) afirma que as relações metafóricas concretas são acessíveis às crianças, enquanto as abstractas o não são. Douglas e Peal (1979), assim como Asch e Nerlove (1960), concluíram que as crianças não conseguem compreender metáforas abstractas que possam ter simultaneamente um significado concreto e abstracto. Cicione et al. (1981) sugerem que a compreensão desse tipo de metáforas e/ou analogias se processa de forma contínua e progressiva, desde a compreensão das metáforas concretas até à compreensão das metáforas abstractas.

Keil (1984) discorda dessas conclusões e afirma que a compreensibilidade da metáfora e da analogia depende mais dos conhecimentos prévios sobre os domínios, do que do grau de abstracção. Na mesma linha de pensamento, Broderick (1991) e Waggoner e Palermo (1989) afirmam que crianças dos 3 aos 5 anos são capazes de compreender metáforas abstractas, não podendo confundir-se esta compreensão com o raciocínio animista, característico do

raciocínio pré-operacional expresso na teoria de Piaget, porque as crianças considerariam então a relação abstracto/concreto como uma relação literal e não metafórica, produzindo explicações anímicas, facto que não se verificou nos resultados das experiências realizadas por aqueles autores.

#### 1.5- Diferenças de Compreensibilidade da Metáfora e da Analogia entre Adultos e Crianças

Numa linha de investigação ligada à construção do conhecimento, os psicólogos cognitivistas estudam “como” o raciocínio analógico ocorre nos adultos e nas crianças. Esta não é, tradicionalmente, uma abordagem desenvolvimentalista, mas tem sido utilizada para responder a questões relacionadas com a compreensão das relações metafóricas usadas por adultos e por crianças e por crianças de diferentes idades.

Porque o sistema escolar é caracterizado pela ocorrência de relações de comunicação entre adultos e crianças, parece relevante tratar aqui a informação obtida a partir de estudos realizados sobre a análise das diferenças entre adultos e crianças no que respeita à compreensão da metáfora e da analogia.

Estudando experimentalmente as diferenças de compreensibilidade da metáfora entre adultos e crianças, Evans e Gamble (1988) encontraram resultados semelhantes a Vosniadou e Ortony (1983), ao utilizar as mesmas metáforas com adultos e crianças e comparando os resultados nos dois grupos. Evans e Gamble (1988) concluíram que os adultos e as crianças interpretam de maneira diferente as mesmas metáforas, afirmando que:

"attributes which are salient for adults, are not always salient for children and perceptual properties of objects are more salient for

young children than for adults, who tend to focus more on causal structural and functional attributes" (p. 449).

Os adultos e as crianças interpretam de maneira diferente as mesmas metáforas devido, também, a que a compreensibilidade das metáforas baseadas em semelhanças relacionais são mais dificilmente compreendidas pelas crianças do que as baseadas em semelhanças do tipo descritivo (Vosniadou et al., 1984 e Billow, 1975), conduzindo estes factos a erros de compreensibilidade e comunicação entre adultos e crianças.

Considerando a teoria de Ortony (1979), que defende que:

"relevant attributes must be salient in the vehicle (...) that metaphoricity depends on the difference in the relative salience of the matching attributes of the topic and vehicle such the matching feature is of high salience for the vehicle and relatively low salience for the topic" (p. 436).

e aplicando-a a crianças, Evans e Gamble (1988), concluíram que para todos os níveis de ensino, as crianças focam a sua atenção nos atributos da fonte que são relevantes\* para elas e que fazem sentido para compreender a metáfora ou a analogia. Outra diferença identificada entre adultos e crianças, na produção e compreensão da metáfora e da analogia, reside na importância que ambos os grupos dão à fonte e ao alvo. Na metáfora do adulto o foco está no alvo e a fonte serve para dirigir a atenção para o alvo. Nas crianças a fonte é o foco da metáfora, sendo o alvo o modo de materializar um objecto imaginado (Winner, 1988). Esta autora estudou a compreensibilidade da metáfora com uma criança que chama a uma tesoura (fonte) escada (alvo). Winner concluiu que a criança não vê as escadas de

---

\*Ortony define operacionalmente relevância ("salience") como "the individual's estimate of the prominence of the particular attribute with respect to a concept"

uma forma nova, porque a escada para ela não é importante, o que ela fez foi usar a escada (alvo) para criar uma tesoura imaginária (fonte).

No caso particular da compreensão da metáfora e da analogia visual, parece que a utilização da metáfora e da analogia gráfica, que comparam movimentos, são mais eficazes do que as que comparam figuras estáticas, principalmente em crianças. A metáfora e/ou a analogia que comparam acontecimentos são mais eficazes em adultos, e as que comparam objectos são mais eficazes em crianças (Gibson, 1966).

Outra diferença de compreensibilidade entre adultos e crianças referenciada por Winner (1988), está relacionada com o tipo de metáforas utilizadas. As crianças usam a metáfora baseada em semelhanças sensoriais ou acções irreais (fingidas). Os adultos usam metáforas baseadas em propriedades dos domínios que vão além dos sensoriais. Este facto é compreensível e explicado pela razão que as crianças têm um conhecimento mais reduzido das funções do que das aparências dos objectos. As funções desses objectos dependem da experiência e da aprendizagem, e as aparências superficiais dependem só da observação directa.

Outro problema analisado no âmbito dos estudos de investigação sobre as diferenças entre crianças e adultos tem a ver com a questão que se prende com o facto de as metáforas e as analogias usadas pelas crianças serem, ou não, verdadeiras metáforas. Os autores que seguem esta linha de investigação não concordam entre si. Para uns, as metáforas usadas pelas crianças não são mais do que resultados de erros de categorização (Matter e Davis, 1975), ou o produto do pensamento simbólico característico do estado

pré-operacional definido por Piaget. Para outros, representam a violação de regras e, portanto, são puras metáforas (Billow, 1981).

Com base nos resultados demonstrados nesses estudos, podemos afirmar que há divergência entre o mundo conceptual do aluno e o dos adultos quanto à produção, utilização e compreensão da LM.

#### 1.6- Obstáculos à Compreensibilidade da Metáfora e da Analogia pelas Crianças

Várias investigações experimentais, utilizando quer metáforas e/ou analogias isoladas ou contidas em textos, quer metáforas e/ou analogias inseridas num contexto mais alargado, têm vindo a realizar-se com o objectivo de determinar as causas da dificuldade na compreensibilidade da metáfora e da analogia relacionadas com o grau de escolaridade e, conseqüentemente, com o nível etário.

Uns autores, afirmando que as crianças tem capacidades de produzir, compreender e utilizar a LM, concluem que algumas das dificuldades referenciadas como problemas da compreensibilidade deste tipo de linguagem pelas crianças baseiam-se, possivelmente, nos processos metodológicos utilizados nos trabalhos de investigação. Este processos podem causar confusão entre a compreensão e a falta de conhecimento, ou entre a compreensão e a falta de contextualização das situações criadas pela investigação, ou ainda relacionadas com as técnicas para testar a compreensibilidade, que são normalmente de explicação verbal, sendo pedida às crianças: (i) paráfrases fora de qualquer contexto; (ii) respostas a testes gráficos de escolha múltipla com os quais as crianças não estavam familiarizadas. Esta hipótese é confirmada em estudos recentes, onde os

investigadores melhoraram as tarefas experimentais pela introdução da contextualização, respeitando os conhecimentos anteriores das crianças e controlando as variáveis da sua linguagem.

A metáfora tem sido considerada de diferentes modos por diferentes investigadores. Pode ser representada por um termo individual, ou por uma frase completa, podendo ainda a sua estrutura sintáctica apresentar qualquer forma. Pode, também, ser representada oralmente, escrita ou pictoricamente. Todas essas diferenças podem constituir uma das causas dos diferentes resultados obtidos nos diferentes estudos. Segundo Vosniadou (1987), estas diferentes perspectivas dos investigadores são baseadas nas diferentes formas de encarar: (i) a natureza da metáfora; (ii) as capacidades de classificação da metáfora por parte das crianças; (iii) os critérios para definir as frases das crianças como LM.

De acordo com esta autora, a dificuldade das crianças compreenderem a linguagem metafórica está associada a três tipos de limitações: (i) *epistémica* - relacionada com o limitado conhecimento anterior que possuem; (ii) *linguística* - associada ao pouco desenvolvimento a nível lexical, sintáctico e pragmático da linguagem; (iii) *processamento da informação* - relacionadas com o limitado desenvolvimento da memória e das estratégias de pensamento.

As dificuldades semânticas e de processamento da informação são, também, referidas por Reynolds e Ortony (1980) ao compararem as capacidades de compreensibilidade da LM em crianças do pré-escolar e do 5º e 6º. anos de escolaridade:



"Such differences in comprehension may arise either because some linguistic forms are less familiar than others (semantic constraints) or because more complex cognitive operations are required to construct a meaning out of some inputs than others (information-processing constraints)" (p. 3).

Na opinião de Vosniadou (1987) e de Reynolds e Ortony (1980), nestas hipóteses formuladas, numa perspectiva desenvolvimentista não necessariamente de base piagetiana, está implícita a ideia de que conforme estas limitações forem sendo ultrapassadas, as crianças progressivamente podem produzir, compreender e utilizar a metáfora e/ou a analogia.

Por sua vez, Winner et al. (1980), nos seus estudos experimentais, isolaram os seguintes factores, que provaram ser obstáculos para a compreensão da metáfora e/ou da analogia: (i) a não explicitação da comparação analógica; (ii) a não familiaridade das fontes da metáfora ou da analogia; (iii) a tarefa analítica de explicar as relações estabelecidas.

Um constrangimento indicado como muito relevante na compreensão das metáforas é o contexto que as envolve (cf. II Parte, Cap. I.) Se para a compreensão da linguagem literal em adultos, o contexto é importante, para a compreensão da linguagem metafórica por parte das crianças, o contexto ainda é muito mais importante, devido ao limitado conhecimento linguístico que as crianças, comparativamente, possuem, assim como o seu também limitado conhecimento do mundo (Vosniadou, 1987). Para testar a sua hipótese, esta autora utilizou como metodologia investigativa contar a mesma história usando a LM, em que num caso o fim da história era previsível e

noutro caso o não era. Dado que as crianças percebiam melhor o significado da metáfora quando o fim era previsível, Vosniadou (1987) concluiu que:

"the relationship between contextual information and linguistic input are affect the information-processing requirements of the comprehension task and thus can facilitate or hinder comprehension (...) both linguistic and contextual information to derive a meaning for the metaphor, but that the comprehension task is easier when the contextual information is consistent with the implied meaning of the metaphor than when it is not" (pp. 9-10).

Olson e Hillyard (1980) já tinham afirmado que as crianças constroem o significado da frase metafórica somente com base na informação fornecida pelo contexto, e que só mais tarde conseguem retirar o significado baseando-se, exclusivamente, na informação linguística.

Uma forma de contextualização baseada em histórias análogas foi estudada por Brown et al. (1991) que examinaram o efeito de instruções explícitas para se obter a transferência analógica. Os autores ajudavam as crianças a extrair as semelhanças entre a fonte e o alvo, através de questões, e usavam analogias múltiplas. Os resultados obtidos permitiram concluir que crianças muito pequenas conseguiam, assim, aprender a raciocinar analogicamente.

Em síntese:

Após a análise dos resultados obtidos em estudos sobre a compreensão da metáfora e da analogia, podemos afirmar que o pensamento analógico é utilizado pelas crianças. Os autores que estudaram a metáfora sob o ponto de vista de desenvolvimento cognitivo, qualquer que seja a base teórica donde partam, afirmam a existência de uma relação positiva entre a capacidade de compreensão da metáfora e/ou da analogia e a idade. Isto é, as crianças com

mais idade são mais capazes de compreender a LM do que as crianças mais novas. As razões subjacentes a esta constatação podem ser diferentes. Para uns autores são devidas ao desenvolvimento cognitivo, para outros estão associadas a questões de falta de conhecimento, ou de contextualização, ou ainda a factores inerentes à própria metáfora e/ou analogia (Nippold et al., 1984, Lovett, 1983, Cicione et al., 1981 e Winner et al., 1980). As opiniões dos investigadores são diferentes no que respeita à produção e à utilização de LM por parte das crianças. Parece que a frequência da produção e utilização de LM diminui durante os primeiros anos da escolaridade básica e que volta a aumentar no período da pré-adolescência (Gardner et al., 1978). Outros autores, no entanto, afirmam não haver uma idade precisa a partir da qual as crianças começam a compreender, e consequentemente a utilizar, a linguagem metafórica. Se por volta dos 6-7 anos as crianças têm dificuldade na compreensão de determinada metáfora, o mesmo poderá não acontecer com outras metáforas de diferente natureza. (Nippold, 1984, Lovett, 1983 e Winner et al., 1980).

Parece, porém, não existir coincidência de opiniões entre os autores sobre esta problemática, verificando-se, por consequência, três hipóteses possíveis: (i) as crianças só compreendem a linguagem literal. É com aumento do desenvolvimento cognitivo que começam, progressivamente, a compreender a linguagem metafórica (Asch e Nerlove, 1960); (ii) as crianças começam por compreender a LM de natureza concreta e só posteriormente podem compreender a metáfora e a analogia abstractas (Broderick, 1991 e Winner, 1979); (iii) as crianças compreendem sem grandes problemas tanto as metáfora e a analogia concretas como a metáfora e a analogia abstractas (Waggoner e Palermo, 1989).

Pode-se concluir, por conseguinte, que o importante num contexto de aprendizagem não é tanto saber a idade em que as crianças compreendem a metáfora e/ou a analogia, mas sim conhecer até que ponto essa compreensão depende ou está intimamente ligada com: (i) a aquisição da LM; (ii) as capacidades cognitivas que as crianças têm de mobilizar para criar, compreender e utilizar a metáfora; (iii) as estratégias cognitivas que elas utilizam quando as compreendem, as usam ou as criam, comparativamente com os adultos; (iv) as condições necessárias para o desenvolvimento de capacidades cognitivas através da LM; (v) a identificação das razões que dão origem a confusões e erros de compreensibilidade.

Embora existam já alguns estudos que analisam esta perspectiva do problema, muitos mais são necessários para que se obtenha uma visão global da natureza e da complexidade do processo de compreensão e produção da LM por parte das crianças, nos vários níveis do processo educativo.

Considerando a LM como um processo de construção do conhecimento, investigar a metáfora e/ou a analogia e os respectivos processos de transferência das características dos domínios considerados, a diferenciação e reorganização do conhecimento prévio que este pode promover permitirá não só compreender como a competência metafórica evoluiu, mas também compreender o próprio desenvolvimento cognitivo.

Relativamente aos adolescentes é preciso aprofundar melhor o que se passa em relação a esta temática, embora se julgue, que em parte e com adaptações, se possa transferir o que se conhece sobre os processos

desenvolvimentistas da produção, da utilização e da compreensão da LM que foram referenciados em crianças pequenas.

## 2- A METÁFORA, A ANALOGIA E AS COMPETÊNCIAS COGNITIVAS

As competências cognitivas subjacentes à produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou da analogia são um assunto ainda pouco estudado, embora se verifique que há um maior desenvolvimento de estudos empíricos em determinadas áreas como a memória em detrimento de outras áreas cognitivas, como a imaginação, julgadas de igual relevância para a compreensão global deste assunto, as quais estão subjacentes ao desenvolvimento das abordagens, das diferentes competências cognitivas, que a seguir se apresentam. De igual modo se encontra o estado do conhecimento relacionado com o papel fundamental que a metáfora e/ou a analogia têm no desenvolvimento das competências cognitivas.

Relacionar estes dois aspectos, ou seja, as capacidades cognitivas necessárias para a compreensão, utilização e produção da metáfora e/ou da analogia e simultaneamente a LM como promotora do desenvolvimento cognitivo, torna-se assim numa tarefa de alguma complexidade e dificuldade. Para colmatar as dificuldades identificadas e considerando este aspecto dual, entre a metáfora, a analogia e a cognição, houve necessidade de fazer muitas inferências, quer sobre o que é conhecido sobre os processos cognitivos para a produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou analogia, quer sobre o que é conhecido desta linguagem para o desenvolvimento dos processos cognitivos.

Escolheram-se os assuntos a serem tratados utilizando o critério, sempre subjectivo, da relevância para o ensino-aprendizagem das ciências e a

existência de estudos qualitativa e quantitativamente significantes sobre os diversos assuntos. As decisões sobre as escolhas assentam na consciência que outros assuntos, além dos apresentados em seguida, teriam igualmente interesse como, por exemplo, os aspectos ligados à atenção, à motivação e ao campo afectivo, que são particularmente importantes na utilização da LM em contexto escolar.

Tendo em conta os condicionalismos referidos apresenta-se, seguidamente, a panorâmica de estudos já realizados relativamente ao raciocínio analógico, à percepção, à imaginação, à criatividade, à memória e à resolução de problemas.

## 2.1- A Metáfora, a Analogia e o Raciocínio Analógico

O estado actual do conhecimento permite partir do pressuposto que a metáfora e a analogia são instrumentos importantes para a construção do conhecimento, tendo subjacente mecanismos de raciocínio analógico. Assim, a capacidade de raciocinar analogicamente está subjacente a todo o processo cognitivo de produção, utilização e compreensão da metáfora e da analogia.

### Panorâmica dos estudos já realizados

A análise da literatura realizada, sobre a metáfora, a analogia e o raciocínio analógico, permite concluir que a investigação se tem orientado sobretudo nas seguintes linhas de investigação:

- (i) Definições e potencialidades do raciocínio analógico
- (ii) Concepções sobre a função do raciocínio analógico
- (iii) Características individuais que facilitam a utilização do raciocínio analógico
- (iv) Natureza do raciocínio analógico

- (v) A metáfora, a analogia, o raciocínio analógico e a inteligência
- (vi) Actividades de ensino para desenvolver o raciocínio analógico

Faz-se em seguida uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes campos teóricos.

#### 2.1.1- Definições e Potencialidades do Raciocínio Analógico

Na literatura analisada, a maioria dos autores considera o raciocínio analógico como um raciocínio informal. Segundo Klein (1987), é uma forma de inferência que permite extrair implicações de casos isolados, mesmo quando não se conhecem todos os factores envolvidos, apresentando muitas potencialidades como afirma:

"The potential advantages of analogical reasoning methods over more formal approaches are described for the domain of generality predictors, making decisions, designing displays and representing informations" (p. 201).

Segundo o mesmo autor, com o desenvolvimento do raciocínio analógico promove-se o desenvolvimento cognitivo, pois que se lida com situações de alta incerteza, falta de dados, objectivos mal definidos e parâmetros mal compreendidos. Nesta perspectiva, pode-se concluir que raciocinar analogicamente fornece instrumentos intelectuais para aplicação na resolução de diferentes problemas. Com possibilidade de ser directamente ligada à LM é a definição de Gick e Holyoak (1983), que afirmam que:

"Analogical reasoning occurs when familiar concepts are related to new experiences and similarities between ostensibly disparate situations are discovered" (p. 2).

O raciocínio analógico depende simultaneamente das competências verbais e perceptuais de quem o utiliza e por esta razão este aumenta em qualidade e rapidez com o aumento do conhecimento linguístico e da complexidade visual (Nippold et al., 1987).

#### 2.1.2- Concepções sobre a Função do Raciocínio Analógico

Nos últimos vinte anos, conhecimentos significativos têm sido adquiridos sobre os processos da produção e da compreensão da LM. Esse progresso no conhecimento tem, paralelamente, sido acompanhado pela compreensão do processo de desenvolvimento do raciocínio analógico e no papel que este joga na cognição humana, nomeadamente na construção do conhecimento (Vosniadou, 1995).

Segundo esta autora, as perspectivas sobre o papel do raciocínio analógico na cognição têm mudado ao longo do tempo, partindo de uma abordagem estrutural baseada nos estádios de Piaget, para uma abordagem de processamento de informação e mais recentemente para uma perspectiva que considera que o desenvolvimento e a aprendizagem envolvem a aquisição e uso de sistemas externos complexos organizados em domínios.

Piaget estava preocupado em explicar como se fazia o desenvolvimento do raciocínio analógico, no contexto da sua teoria de desenvolvimento intelectual, e não estava tão preocupado em saber como o raciocínio analógico contribuía para esse desenvolvimento cognitivo. De acordo com Piaget, pensar sobre relações depende das capacidades de categorização e de inclusão em classes, o que coincide com o aparecimento do pensamento formal. Quando as crianças compreendem como os objectos estão relacionados em classes,



começam a ser capazes de compreender as semelhanças entre relações que estão envolvidas na compreensão de uma metáfora e/ou de uma analogia. No entanto, muitos autores afirmam que as crianças podem raciocinar analogicamente muito antes de atingir o pensamento formal (Vosniadou, 1987).

Na perspectiva da teoria do processamento de informação, em que este processamento se realiza por intermédio de representações e processos de manipulação de símbolos, o raciocínio analógico tem sido estudado na descrição dos processos que ocorrem durante este processo, como, por exemplo, no trabalho pioneiro de Sternberg (1977) ou na utilização de modelos computacionais baseados no raciocínio analógico (Gentner, 1989, Holyoak e Thagard, 1989 e Ross, 1989). Os estudos destes autores produziram uma melhor compreensão da função deste tipo de raciocínio no funcionamento cognitivo e no desenvolvimento conceptual.

Para que se realize a aprendizagem, segundo Vosniadou (1995), construir o conhecimento é aprender a usar sistemas representativos de domínios específicos que requerem processos de: (i) identificação da correspondência entre esses sistemas; (ii) mapeamento; (iii) transferência analógica da informação; (iv) avaliação da aplicabilidade dessa informação de um sistema para o outro de onde a informação foi transferida. Esta perspectiva transformou o raciocínio analógico num mecanismo central de desenvolvimento cognitivo e de construção do conhecimento. Assim, o raciocínio analógico, recentemente, tornou-se de maior relevância pelo papel central que desempenha no desenvolvimento cognitivo. Esta relevância está relacionada com uma mudança da compreensão dos mecanismos cognitivos, isto é, quando se passou de uma estrutura do pensamento com uma concepção unitária do

sistema cognitivo para uma concepção da especificidade do pensamento por domínios ou subsistemas, o que implicou o aparecimento da concepção da inexistência de um mecanismo geral de aprendizagem (Chomsky, 1988). Desta concepção infere-se que o raciocínio analógico esteja ligado a um conjunto de conhecimentos particulares e seja dependente dos domínios desse conhecimento (e.g. aprendizagem da ciência e música envolvem domínios de conhecimento diferentes) (Vosniadou, 1995). Nesta perspectiva, a aprendizagem depende da capacidade de identificação dos conhecimentos particulares relevantes já existentes para serem utilizados como ponto de partida para a aprendizagem do conhecimento novo (Ausubel, 1968). O desenvolvimento da cognição não é só um mecanismo interno localizado no cérebro, mas é também o resultado das interações entre os indivíduos com o meio social e cultural, ou seja, com sistemas de representação externos.

Raciocinar analogicamente requer uma dupla estratégia cognitiva: uma global e uma mais específica. Na global estão envolvidos a memorização, a inferência, o mapear, a aplicação e a justificação e na específica ou de procedimentos os raciocínios de relação como os existentes em forma de raciocínios causais (causa-efeito) ou inclusivos (parte-todo) (Sternberg, 1990).

Raciocinar analogicamente implica uma descontextualização do conhecimento anterior e uma recontextualização, criando uma situação nova, o que implica uma procura de novos significados e uma abstracção (Salomon, 1989), ou seja, ao enfrentar uma situação nova faz-se a abstracção dos elementos chave e começa-se a procurar na memória factos ou acontecimentos análogos. Ocorre o mapear que pode envolver diferentes níveis de abstracção e implica o aparecimento de aspectos que nunca tinham sido notados anteriormente, desenvolvendo-se, assim, um processo de encontrar perspectivas alternativas

para uma situação (Gick e Holyoak, 1983). Os elementos para mapear, quer sejam relações quer sejam atributos, são semelhantes mas não são idênticos ou iguais, tendo de ser decompostos em semelhanças e diferenças. A discriminação, a identificação e a abstracção necessária para julgar da adequabilidade destas semelhanças e diferenças constitui a base para a transferência analógica e, portanto, para o raciocínio analógico (Rumelhart e Abrahamson, 1973). Posteriormente a ser realizada a transferência analógica, avaliam-se os elementos que se aplicam à nova situação suprimindo respostas impulsivas, considerando cuidadosamente as alternativas. Estas fases não são automáticas. É necessário vontade e esforço cognitivo para as despoletar. Fica sem resposta o “como”, o “porquê” e o “quando” isto pode acontecer.

Mary Hesse (1966) defendeu que raciocinar analogicamente envolvia dois tipos fundamentais de mapear: o “mapear horizontal”, o mapear das relações entre os dois domínios e o “mapear vertical” entre as partes de um mesmo domínio, ou seja, cada metáfora ou analogia pode ser dividida em duas partes conceptuais, a primeira fornece a base inicial para o mapear e a segunda fornece a conclusão.

O processo de raciocinar analogamente é essencial para o desenvolvimento cognitivo (Holyoak, 1984), constituindo um instrumento essencial para tornar o mundo mais compreensível, pois que relaciona aquilo que é familiar com o desconhecido (Alexander et al., 1987), sendo possível ser utilizado mesmo por crianças com pouco ou nenhum ensino, se lhes forem fornecidas condições favoráveis. Por consequência, os vários processos de inferência requeridos na compreensão dos fenómenos do quotidiano desempenham um importante papel no raciocínio analógico (Gick e Holyoak, 1983).

Para John Clement (1991) o raciocínio analógico é um poderoso tipo de raciocínio. Permite modificar a representação de um problema e leva ao desenvolvimento de um novo modelo mental, promovendo mudanças conceptuais. Consequentemente, na construção do conhecimento científico, este tipo de raciocínio é essencial pois pode fornecer informação, permite fazer previsões, testar hipóteses e resolver problemas. Assim, a metáfora e a analogia fornecem instrumentos intelectuais que permitem resolver alguns problemas na aprendizagem em Ciência.

É aceite em todas as teorias recentes a perspectiva que o sucesso sobre a compreensão, a memória, a resolução de problemas, a tomada de decisões e a criatividade, depende do envolvimento pelos sujeitos nestas áreas cognitivas implicando a capacidade de activação e aplicação adequada do conhecimento anteriormente adquirido. Sendo assim, em todas as áreas é necessário que ocorra uma transferência analógica, uma elevada capacidade cognitiva, entre esse conhecimento prévio e o novo conhecimento. O raciocínio analógico torna-se, assim, a essência dos processos cognitivos, pois que este permite passar de uma situação a outra por um processo de mapear e transferência. São ainda pouco conhecidos os mecanismos cognitivos envolvidos na aplicação, numa situação actual e nova, dos conhecimentos anteriores. Essa transferência não é automática e é realizada utilizando o raciocínio analógico. No entanto, em algumas ocasiões a transferência analógica realiza-se e noutras situações esta não se realiza. Lana Trick e Albert Katz (1986) afirmaram que as diferenças individuais relacionadas com capacidades de raciocinar analogicamente estão dependentes da aptidão individual para a compreensibilidade da metáfora. Segundo estes autores a capacidade de raciocinar analogicamente está subjacente a todo o processo cognitivo de

produção, utilização e compreensão da metáfora e da analogia, pois que os indivíduos encontram ou criam as semelhanças entre domínios diferentes dum modo similar como as relações analógicas são inferidas. Quando ocorre o insucesso da transferência analógica, este insucesso pode ser devido a diversas causas como o de não se detectar, ou não se ter capacidades de aplicar, uma conexão lógica entre os dois domínios do conhecimento (Berry, 1983), sendo um o sistema conhecido (a fonte) e o outro o desconhecido total ou parcialmente (o alvo). Gick e Holyoak (1983) acrescentam a necessidade de se reconhecer que se está a utilizar uma metáfora ou uma analogia. Podem, ainda existir mecanismos afectivos e emocionais, conscientes ou inconscientes, e sobre os quais existem várias teorias que não foram abordadas neste estudo.

#### 2.1.3- A Aplicação do Raciocínio Analógico

Os processos cognitivos que conduzem ao raciocínio analógico são usados em situações do quotidiano, devido, talvez, a este raciocínio poder ser utilizado em muitas e diversas situações.

O raciocínio analógico aplica-se em Educação, visto que comparar atributos e relações para encontrar as semelhanças e as diferenças é um processo de formação de conceitos, e em investigação, de diferentes áreas do saber, pelas características, que lhe estão associadas, de previsão, análise e síntese.

O uso da metáfora e da analogia, e consequentemente do raciocínio analógico, é muito comum nas profissões em que é necessário planeamento, previsão e tomada de decisões (Lakoff e Johnson, 1980). Este tipo de raciocínio tornou-se de tal modo importante em certas profissões,

nomeadamente em engenharia, em advocacia, em ciência, na manutenção de serviços e nas forças armadas, que em 1976, Tetmeyer (citado por Klein) desenvolveu um processo chamado análise comparativa, de modo a prever orçamentos de pessoal e de equipamentos, utilizando dados recolhidos em situações históricas semelhantes.

Outro processo utilizado no mundo do trabalho, baseado no raciocínio analógico, foi desenvolvido por Kolodner e Simpson (1986), Schenk (1986) e Lenat (1984), a que chamaram raciocinar analogicamente com base em estudo e avaliação de casos ("case based reasoning"). Consiste numa estratégia para adquirir novos conhecimentos com base na comparação com casos análogos anteriores, ou para lidar com um novo problema cuja solução tem por base o estudo das soluções encontradas em problemas análogos anteriores. Estas estratégias de aprendizagem e de resolução de problemas, usando o raciocínio analógico, ultrapassam algumas limitações de modelos mais formais.

Como conclui Klein (1987), no seu artigo "Applications of Analogical Reasoning", a força do raciocínio analógico permite rápidas inferências que reflectem o conhecimento de uma grande variedade de factos causais e respectivas interacções, promove a clarificação de objectivos e a consciencialização das situações e é compatível com outros tipos de raciocínio. No entanto, é preciso não esquecer as suas limitações, pois que pode gerar imprecisões na selecção das características a serem comparáveis.

#### 2.1.4- Natureza do Raciocínio Analógico

O raciocínio analógico está subjacente à metáfora e à analogia. Esta afirmação é consensual entre os diversos autores, mas não poderemos dizer

o mesmo quanto à natureza do raciocínio analógico e suas relações com outros tipos de raciocínio.

Segundo Yves Kodratoff (1991), para haver uma construção do conhecimento através da linguagem metafórica é necessário ocorrer três tipos de raciocínio distintos (p. 74): (i) *dedutivo* - a partir de especificações "connaissance déclarative devient procédure, et la synthèse de prédicats de programmes", ou a partir de explicações "apprentissage à partir d'explications"; (ii) *indutivo* - a partir de procedimentos de "synthèse de spécifications. Analyse de programmes", ou a partir de exemplos que podem ser sem ou com conhecimento explícito do domínio. No primeiro caso, para a indução haverá "algorithmes génétiques, connexionnisme et réseaux neuraux". No segundo caso, haverá "apprentissage par l'action, à partir des traces de comportement", ou "classification conceptuelle à partir d'ensembles d'exemples ou généralisations, a partir d'exemples classés"; (iii) *analógico* - podendo ser causal ou por estudo de casos. No primeiro, "compare une base et une cible on détecte des ressemblances et des différences appelées relations de similarité entre une base constitué d'un doublet (A, B) et une cible (A', B') (...) on transpose alors la causalité de la base en une causalité dans la cible, module les similarités". Produzir uma metáfora e/ou uma analogia é partir de um esquema incompleto e completá-lo, combinando mecanismos cognitivos de semelhança e causalidade. Assim, segundo este autor, procuram-se relações da proximidade entre a fonte e o alvo e transportam-se essas relações para o alvo. Esse transporte é modulado pelas relações de semelhança e de causalidade.

Outros autores e investigadores, focando os seus estudos no raciocínio analógico, consideram que este é essencialmente dedutivo, Weitzenfeld

(1984), citado por Klein, explica o raciocínio analógico mais como uma forma de dedução e menos como uma forma de indução. Assim, a força de previsão depende:

"The force behind the prediction depends on the isomorphism of causality between domains A and B. If the isomorphism is perfect, then the same causes would be operating in the same way in both domains" (p. 205).

Na mesma linha de opinião, Wason e Land (1972) e Heule (1962) defendem que na linguagem metafórica existem princípios analógicos que se mantêm imutáveis de uma situação para outra. Contrariam as ideias de Levi (1940), que afirmava que esta imutabilidade parece não acontecer no que se refere ao raciocínio analógico por este ter as características do raciocínio indutivo, onde, segundo este autor, a mudança de regras é uma propriedade fundamental no raciocínio analógico. O encontrar das semelhanças ou das diferenças é a chave fundamental para o sucesso de raciocinar analogicamente.

Talvez seja esta controvérsia sobre a natureza do raciocínio analógico, uma das razões porque a metáfora e a analogia não têm sido bem estudadas cognitivamente, sob o ponto de vista da construção do conhecimento. O mesmo se verifica na tomada de decisões, considerada esta como uma elevada capacidade cognitiva, que terá, na maior parte das vezes, por base o raciocínio analógico subjacente a situações metafóricas, já que os Homens, segundo Klein (1987):

"The judgements and decision making will be based on the comparison previous cases selected (reference effect). The available cases with representativeness are used as a basis for generalization" (p. 209).



Segundo Karl Klauer (1989) a base do raciocínio analógico é, essencialmente, indutiva pois há o reconhecimento de regras gerais para encontrar semelhanças e diferenças relativamente a atributos ou relações. Este autor define subcategorias do raciocínio indutivo que podem ser desenvolvidas por comparações analíticas e sistemáticas.

#### 2.1.5- A Metáfora, a Analogia, o Raciocínio Analógico e a Inteligência

Fazer com que o conhecimento novo e desconhecido se torne conhecido, relacionando-o com o conhecimento anterior e tornando o conhecimento familiar em conhecimento estranho por ser visto de uma nova perspectiva, é uma característica essencial da inteligência humana, que depende, fundamentalmente, da capacidade de raciocinar analogicamente (Gick e Holyoak, 1983).

Considerando historicamente os avanços do conhecimento sobre a inteligência, estes foram, frequentemente, baseados no estudo da compreensibilidade da metáfora e/ou da analogia e na mobilização do respectivo raciocínio analógico subjacente. Investigações já realizadas (Sternberg, 1985 e Feuerstein, 1979), parecem indicar que o raciocinar analogicamente e a inteligência são capacidades cognitivas intimamente relacionados. Raven (1938) afirmava que o raciocínio analógico era central para a inteligência e definia a capacidade intelectual como a capacidade de raciocinar por analogia, partindo da consciencialização das relações vindas da experiência.

A metáfora e a analogia têm servido como instrumento para testes psicométricos de medida da inteligência, como o caso das matrizes

progressivas de Raven, o teste analógico de Miller ou o teste de aptidões escolares, para citar só alguns deles, perdendo-se assim o estudo da LM *per se*. Sternberg, em 1990, afirma que raciocinar através da metáfora e/ou da analogia é inevitável, no pensamento humano, pois é penetrante na experiência quotidiana e constitui uma importante parte daquilo que comumente se designa por inteligência. A construção do conhecimento através da metáfora e/ou da analogia, para este autor, é um processo holístico.

Sternberg propõe uma teoria de processamento de informação através do raciocínio analógico, que denominou "A Componential Theory of Analogical Reasoning". Organizou a sua teoria no pressuposto que há uma unidade de processamento de informação, a que chamou "componente". Os componentes podem ser gerais ou de grupo. A teoria componencial do raciocínio analógico contém seis componentes de processamento de informação, sendo cinco obrigatórios e um opcional. Todos eles se organizam em três grandes tipos: (i) identificação de atributos; (ii) comparação de atributos; (iii) controlo. Numa concepção global de teoria estes tipos de componentes são aditivos. Assim:

Os três grandes tipos englobam os seguintes componentes:

(i)- *Identificação de Atributos*: Codificação exhaustiva - identifica atributos e relações de cada termo do problema analógico; (ii)- *Comparação de Atributos*: Inferência - descobre a regra que relaciona os domínios; Mapping - (mapear) descobre a regra que relaciona os domínios A e C; Aplicação - gera a regra para formar D e avalia a amplitude das relações; Justificação - É opcional - é o processo pelo qual uma das opções que não é idêntica a D é justificada como a mais próxima de D; (iii)- *Controlo da resposta*: -

Preparação da resposta; - Preparação para dar a solução a uma analogia. Tradução dessa solução em resposta e Combinação de regras.

Sternberg (1990) considera o raciocínio analógico como a base da sua teoria da inteligência baseado na utilização de domínios e considerou que tanto a produção da metáfora como a da analogia se processa da mesma forma. Embora esta teoria seja a mais completa, não explica como os indivíduos descobrem os atributos nem como são os atributos reconhecidos em diferentes tipos de analogias.

Este autor usou analogias verbais e analogias gráficas, nomeadamente analogias geométricas e desenhos esquemáticos de pessoas e baseou metodologicamente o seu estudo investigativo na resolução de problemas analógicos com respostas tipo falso/verdadeiro e de escolha múltipla. As diferenças individuais da resposta na resolução de problemas resultam da construção dos componentes. Estas diferenças podem verificar-se na rapidez ou na facilidade da resposta dada. A quantidade de tempo necessária para construir os diferentes componentes é maior na codificação e menor na aplicação, sendo o tempo total consideravelmente constante nos vários tipos de analogias. O tempo para encontrar uma solução será igual à adição do tempo de codificação com o tempo de comparação, com tempo de justificação e o tempo de preparação. No entanto, nos indivíduos onde há um menor tempo gasto em quaisquer dos componentes corresponde à obtenção de resultados altos nos testes de raciocínio, excepto na codificação onde o maior tempo gasto correlaciona-se com os resultados altos. Talvez seja este facto que permita que as outras operações se façam mais rapidamente.

Nesta teoria interaccionista de domínios de Sternberg, além da característica individual relacionada com o raciocínio analógico, duas características da metáfora e da analogia são referidas como importantes: a distância entre os domínios e a distância entre o mesmo domínio, ou seja, no primeiro caso a diferença de categorias a que a fonte e o alvo pertencem e no segundo caso as diferenças entre a fonte e o alvo no que respeita às dimensões relevantes que as categorias partilham. Sternberg prediz que a compreensão assim como a produção e utilização da metáfora e/ou da analogia será facilitada quando em ambos os casos as distâncias foram minimizadas. Esta teoria de Sternberg (1977) foi confirmada em estudos posteriores por Tourangeau e Sternberg (1981). É interessante referir que Sternberg (1977) para obter resposta à questão: "O que é a natureza da inteligência?" investiga as hipóteses que formulou, na sua teoria da inteligência, utilizando metáforas explicativas de domínios diferentes metáforas: geográficas, computacionais, biológicas, epistemológicas, antropológicas e sociológicas o que implicou processos de investigação específicos, característicos daquelas diferentes áreas do saber.

Devido às dúvidas que ainda existem, relacionadas com o raciocínio analógico, há algumas outras teorias que pretendem explicá-lo, embora lhes falte muitos conhecimentos relacionados com os processos cognitivos. São algumas dessas teorias que em seguida são referidas quando intimamente ligadas ao raciocínio analógico.

Sternberg divide as teorias explicativas do raciocínio analógico em duas categorias:

1ª - *Teorias diferenciais* de raciocínio analógico.

Estas teorias são mais centradas na inteligência do que no raciocínio analógico. O estudo deste tipo de raciocínio é um subproduto nas investigações realizadas, aparecendo o raciocínio analógico como um factor de inteligência. Utilizam testes baseados no raciocínio analógico, sendo este usado como um instrumento metodológico. Estas teorias têm por base as diferenças individuais.

2ª - *teorias de processamento de informação* através do raciocínio analógico.

1º- Dentro das *teorias diferenciais* pode-se incluir as teorias de Cattell (1971), Guildford (1967), Thurstone (1938) e Spearman (1927).

Spearman (1927) ligou o raciocínio analógico com o factor "g" da inteligência, em que a capacidade de raciocinar analogicamente provém da consciência das relações existentes com características provenientes da experiência ("experienced characters"). Usou testes com dificuldades progressivas construídos com matrizes de figuras.

Cattell (1971) desenvolveu a teoria anterior introduzindo o conceito de capacidade fluida como factor de inteligência, que será "uma expressão do grau de complexidade das relações, nas quais um indivíduo pode perceber e actuar quando já não tiver recursos armazenados na memória para responder a tão complexas situações". Cattell usou nos seus estudos analogias com figuras e analogias verbais.

Thurstone (1938) baseou-se no princípio que o raciocínio analógico é uma capacidade mental primária, conduzindo a uma inteligência de tipo rápido, envolvendo a percepção. É oposta a uma inteligência analítica e reflexiva. Usou uma grande bateria de testes com analogias verbais e padronizadas.

Guildford (1967) elaborou a mais completa teoria dentro destas teorias do processamento da informação. Partiu do princípio que o raciocínio analógico envolve duas operações principais: a cognição e a produção convergente, embora a produção divergente possa também aparecer em alguns casos. (É difícil saber que distinção Guilford estabelece entre "cognição" - que é utilizada em regra como termo genérico - e "produção convergente". É possível que o autor ao utilizar o primeiro termo se refira tão só aos processos cognitivos internos, reservando para o segundo termo o tipo de respostas que eles suscitam ou determinam. Todavia, este ponto não se apresenta suficientemente claro nos seus textos).

Tentou medir três factores: o factor CSR ("Cognition of Symbolic Relations"), usando dois tipos de analogias, as construídas com palavras e as construídas com letras; o factor CMU ("Cognition of Semantic Units"), utilizando analogias verbais, em que o vocabulário contribuía para dificultar as soluções; e o factor CFU ("Cognition of Figural Units"), usando analogias com figuras exóticas.

Em todos os seus estudos Guildford (1967) procurou investigar os produtos (as relações analógicas) e os conteúdos (figurativo, semântico, simbólico ou comportamental) envolvidos.

## 2 - Teorias do processamento de informação:

Dentro das teorias do processamento de informação podem-se incluir as teorias de Rumelhart e Abrahamson (1973), Shalou e Schesinger (1972), Johnson (1962) e Spearman (1923).

Spearman, em 1923, apresentou uma teoria no seu livro "Nature of Intelligence and the Principles of Cognition" da família das teorias diferenciais, apresentando posteriormente em 1927 em "The Abilities of Men", uma nova teoria relacionada esta com o processamento da informação. Nesta sua nova teoria, Spearman defende que para se construir o conhecimento através do raciocínio analógico será sempre necessário a existência dos seguintes três princípios cognitivos:

- (i) *apreensão da experiência* "qualquer experiência de vida tende a evocar imediatamente o conhecimento das suas características e experiências" (p. 48). Esta fase corresponde à codificação de cada termo análogo; (ii) *edução* ("eduction") das relações "The mentally presenting of any two or more characters (simple or complex) tends to evoke immediatly a knowing of relation between them (p. 63). Esta fase corresponde a inferir a regra, relacionando os termos da analogia; (iii) *edução da correlação* ("eduction of correlates") "The presenting of any character together with any relation, tends to evoke immediatly a knowing of the correlative character" (p. 91). Esta fase corresponde à aplicação da regra já construída a um terceiro termo para produzir uma nova resposta análoga.

Estes três processos cognitivos aplicam-se a todos os tipos de analogias. É, portanto, uma teoria geral mas que não foi baseada em dados experimentais. Falta nesta teoria a explicação do reconhecimento da relação analógica entre duas relações e como é comunicada a resposta.

O mesmo autor expôs ainda as características ideais que devem existir nos domínios de uma relação analógica:

(i) *Similitude* ("Likeness") - Esta relação inclui semelhanças e diferenças; (ii) *Evidência* ("Evidence") - x é reconhecido como evidente para y; (iii) *Conjunção* ("Conjunction") - a relação "e"; (iv) *Combinação* ("Intermixture") - qualquer combinação entre as relações anteriores.

Esta teoria serviu de base para muitas outras teorias de construção do conhecimento, relacionando inteligência e raciocínio analógico.

Shalon et al (1972) afirmam que para se construir o conhecimento através de uma analogia existem dois processos:

(i) o processo segundo uma determinada fórmula de conexão ("CF-Connection Formule"), específica para cada indivíduo. Esta conexão é semelhante ao processo de encontrar as semelhanças entre os conceitos. Esta CF corresponde ao que Spearman chamou educação de relação e educação de correlação, e que Guildford chamou cognição de relações e produção convergente de relações; (ii) o processo segundo uma regra de selecção ("SR-Selection Rule") que é a relação lógica entre os termos análogos (pp. 260-313).

Esta teoria é geral, aplicando-se a analogias verbais e pictóricas, embora apresente diferenças quanto à construção do conhecimento entre estes diferentes tipos de analogias. Para encontrar uma CF relacionada com analogias pictóricas, o indivíduo tem de procurar numa lista de imagens armazenada na memória, utilizando as inferências e as analogias já existentes. Para encontrar uma CF relacionada com as analogias verbais é necessário um processo de procura onde entram inferências e operações de aplicação semânticas.



Estes autores afirmam ainda que na construção do conhecimento através do raciocínio analógico há dificuldades relacionadas com os sujeitos, pois cada indivíduo tem uma representação interna dos itens a comparar, havendo também dificuldades associadas aos itens numa metáfora ou numa analogia, nomeadamente:

(i) a distância entre a CF inicial e a CF final; (ii) a evidência das relações; (iii) o grau de abstracção; (iv) as associações que provocam.

Johnson (1962) sugere que o raciocínio analógico envolve duas operações: a dedução e a indução, que correspondem ao que Spearman chama educação das relações e educação das correlações, e que Shalon e Schesinger chamam formação da fórmula de conexão e aplicação da fórmula de conexão.

Nas experiências que realizou, Johnson (1962) fez variar o grau de dificuldade, quer para as tarefas que envolviam a dedução, quer para as que envolviam a indução. Descobriu que o período inicial preparatório para a resolução de um problema analógico era maior nas tarefas em que a indução fosse mais difícil. O período terminal para a resolução de um problema analógico era mais longo quanto mais difícil fossem as tarefas que envolvessem a dedução.

Para Rumelhart e Abrahamson (1973), em cada indivíduo há uma representação interna dos itens a comparar. O raciocínio analógico pode ser considerado como um juízo sobre as semelhanças e diferenças, dependendo de uma ou mais relações entre palavras. Definem aquele juízo como um processo de pensamento orientado para a procura de informação que opera ao nível das estruturas cognitivas elevadas. Esta teoria relaciona o raciocínio

analógico com as estruturas prévias existentes na memória, colocando o acento tónico na adaptabilidade dos conteúdos da memória organizada. O raciocínio analógico é visto como um conjunto de operações semânticas, sendo uma analogia vista como um paralelograma num espaço semântico. Esta teoria baseia-se em múltiplos dados experimentais.

Willner (1964) interessou-se pela solução de problemas analógicos, através da associação de palavras. Concluiu que grande número de indivíduos resolviam problemas analógicos se a resposta correcta tivesse uma grande associação de palavras com o terceiro item duma analogia, e que mesmo os "idiotas sábios" são capazes de resolver muitos problemas analógicos por associação de palavras.

Willner (1964) definiu raciocínio analógico como envolvendo: (i) a extracção de uma relação num domínio; (ii) a construção de uma relação equivalente semelhante num domínio diferente; (iii) a avaliação do processo para se ficar certo que as relações estão bem cruzadas, Willner sugere quatro variáveis que podem dificultar a construção do conhecimento através da analogia: (i) a distância das características do domínio entre o primeiro e o segundo par de palavras; (ii) o tipo de relações requeridas para obter a solução; (iii) o preciso processo de cruzamento de relações que requer um refinado rodar de alternativas ("turning"), onde o indivíduo deve procurar entre alternativas semelhantes para encontrar a solução; (iv) casos onde uma relação menos óbvia possa ser extraída de um par de palavras na presença de outra relação mais óbvia (p. 482).

Achenback (1970) confirmou as conclusões de Willner, reafirmando que a associação de palavras pode ser um processo cognitivo importante para

resolver analogias verbais. Gentile e Kessler (1969) foram ainda mais afirmativos, dizendo que o processo dos indivíduos resolverem problemas analógicos é basicamente por associação de palavras.

Na categoria das teorias diferenciais, podemos incluir as denominadas teorias computacionais, que aparecem ligadas com a aplicação dos computadores aos estudos do raciocínio analógico e da inteligência artificial, desenvolvendo vários programas computacionais. Todos estes programas de computador trabalham utilizando um número limitado de analogias. Os contextos de trabalho são geralmente pobres. Não são programas globais e têm poucos dados experimentais para suportarem uma teoria.

#### 2.1.6- Actividades de Ensino para Desenvolver o Raciocínio Analógico

As actividades de ensino para desenvolver o raciocínio analógico parecem ser indispensáveis.

Fazer a transferência analógica aprende-se, o que implica que raciocinar analogamente se aprende, Phye (1989), baseando-se nas ideias de Sternberg, afirma que o ensino para o desenvolvimento do raciocínio analógico é a base do “aprender a aprender”. A retroacção (“feed-back”) e o aconselhamento utilizados conjuntamente produzem uma ajuda ao sucesso da aprendizagem da transferência analógica.

Mary Gick e Keith Holyoak (1983) defendendo, também, a ideia que raciocinar analogicamente pode ser aprendido evidenciam que a apresentação de várias analogias provoca a base para a aquisição de esquemas cognitivos cada vez mais desenvolvidos.

Shallon e Schesinger (1972) acreditam na utilidade do treino da utilização do raciocínio analógico para a aprendizagem. Utilizam, além das tarefas

específicas, um processo global a que chamaram "meta aprendizagem" com a finalidade de ensinarem capacidades cognitivas gerais e importantes através do raciocínio analógico. As tarefas incluem: o treino da classificação sistemática e das comparações, a discriminação perceptual, a utilização do pensamento divergente e a prática de sintetizar.

Gavriel Salomon (1989) recomenda que para se aprender a raciocinar analogamente se dê tempo aos alunos, pois que o necessário esforço cognitivo e as soluções não podem ser encontradas "ad hoc". Se não houver tempo, não se consegue que os alunos façam uma transferência analógica de qualidade. Esse tempo tem de ser suficiente para avaliar as soluções como aceitáveis e adequadas e desenvolver a motivação intrínseca que corresponde a chegar a uma solução que além de satisfatória também seja válida.

A motivação intrínseca tem de combinar: (i) uma motivação estrutural que é o desejo de adquirir conhecimento encontrando respostas satisfatórias, o que é contrastante com a ambiguidade e a confusão; (ii) uma motivação para a validade caracterizada pelo desejo de adquirir conhecimento, mas encontrando respostas que favoreçam julgamentos de competência, não obtendo só respostas satisfatórias, e que evitem os comportamentos negativos. Este tipo de motivação faz o aluno querer obter um conhecimento com qualidade. Salomon (1989) concluiu que: (i) a motivação é crucial para a transferência analógica; (ii) o tipo de motivação influencia qualitativa e quantitativamente a transferência analógica; (iii) só alguns alunos se envolvem no processo mental da transferência por si sós sem ajuda de actividades de ensino-aprendizagem.

Apesar de todas as teorias explicativas, levantam-se questões ainda não resolvidas e sintetizadas por Klein (1987): Como é que se raciocina por analogia? Que processos mentais conduzem à utilização correcta do raciocínio analógico? Como seleccionar as "boas" comparações e rejeitar as más? Que processos subjacentes ao raciocínio analógico conduzem a boas previsões? Como se faz os ajustamentos nas comparações quando estas são pobres?

Em síntese:

O raciocínio analógico é a base do funcionamento cognitivo da metáfora da analogia. Assim, os indivíduos que diferem nas capacidades de raciocinar analogamente diferem também na eficiência como produzem, utilizam e compreendem a metáfora e/ou a analogia.

Para o desenvolvimento cognitivo, um aspecto importante é a aquisição e o uso de um sistema externo de representação que é característico do raciocínio analógico. Isto quer dizer que o raciocínio analógico desempenha um papel mais importante no desenvolvimento cognitivo do que se pensava no contexto da teoria piagetiana ou da psicologia cognitiva de processamento de informação. Por consequência, o raciocínio analógico é frequentemente citado como o principal mecanismo para a reestruturação conceptual e mudança de teorias num sistema de representação. Quando isto acontece, uma estrutura conceptual é transferida de um domínio para outro dentro de um sistema de representações criando novos significado, como por exemplo, no caso da analogia entre o modelo do átomo de Bohr e o sistema solar.

Raciocinar analogicamente aprende-se. A aprendizagem pode ser baseada em estratégias cognitivas específicas, como, por exemplo, nos fenómenos de causa-efeito que possam levar ao desenvolvimento de estratégias cognitivas globais.

## 2.2- A Metáfora, a Analogia e a Percepção

A metáfora e a analogia relacionam-se intimamente com a percepção, pois que é comum nesta linguagem que um dos seus domínios se relacione com um objecto, um acontecimento ou um fenómeno facilmente percebido.

### Panorâmica dos estudos já realizados

Da literatura existente sobre a metáfora, a analogia e a percepção, pode-se inferir as seguintes linhas de investigação:

- (i)- A percepção e a cognição
- (ii)- A metáfora e a analogia não verbais
- (iii)- A percepção e a LM

Faz-se em seguida uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes campos teóricos.

### 2.2.1- A Percepção e a Cognição

Na perspectiva que aqui se defende, a percepção está relacionada com outros fenómenos cognitivos além das sensações, promovendo a formação de conceitos, construindo e organizando os conhecimentos que nos rodeiam. Encara-se, pois, a percepção numa perspectiva cognitivista, ampla e holística.

Dado que o estudo da percepção se prende com os processos simbólicos, o mesmo deve ser compreendido e combinado com uma abordagem cognitiva à linguagem e ao pensamento. Assim, percepção, linguagem e pensamento estão interrelacionados (Neisser, 1991, Piaget, 1976 e Vygotsky, 1962). Segundo Lakoff (1987), sem a linguagem não se teria nada para pensar, para além do que se tinha percebido. Segundo este autor, o significado das palavras baseia-se não só no que se vê, se ouve, etc., mas também na respectiva interpretação que se lhes dá e no que se fala, se lê e se acredita, manipulando-se conjuntamente muitos conceitos e confrontando-os constantemente com o que se percebe.

Arnheim (1979) afirma que a percepção é fundamental para a cognição, sendo a percepção o primeiro modo de pensar e de saber. Pode-se construir o conhecimento de forma diversa, por exemplo, através da percepção do som, do cheiro, do gosto, etc ou mesmo perceber efeitos não obtidos pelos sentidos tradicionais, tal como o efeito magnético. Nesta linha de pensamento, Mac Cormac (1988) e Gibson (1979) afirmam que o processo de percepção envolve mediação entre o eu ("self") e o meio. O corpo perceptual, os conceitos, a cultura e a hereditariedade biológica evolucionista, combinam-se para produzir o conhecimento do mundo. O mundo físico é prioritário na conceptualização, porque pode ser delineado mais facilmente do que o emocional ou o social. Portanto, a percepção do mundo físico fornece uma base experimental para a conceptualização. Um exemplo comprovativo desta asserção é fornecido pelos resultados de estudos investigativos que demonstram que semelhanças metafóricas envolvendo objectos físicos e acontecimentos ou fenómenos diferentes evocam, frequentemente, descrições metafóricas em vez de literais (Dent, 1984).

Referindo-se a este aspecto, Dent afirma que a experiência em perceber variantes e invariantes no mundo que nos rodeia permite que gradualmente se desenvolva a capacidade de perceber alguns invariantes de entre muitos. O reconhecimento desses invariantes é um mecanismo cognitivo básico e essencial para a produção, utilização e compreensão da metáfora e da analogia, possibilitando um processo mental de construção do conhecimento.

#### 2.2.2- A Metáfora e a Analogia Não Verbais

Na produção, utilização e compreensão da metáfora e/ou da analogia, estão englobados os aspectos cognitivos verbais e os não verbais. Quando se está sujeito a estímulos perceptuais diferentes e simultâneos, consegue-se induzir melhor as semelhanças utilizando a metáfora ou a analogia não verbais (Dent, 1984).

Através da metáfora e/ou da analogia, pode-se transformar percepções não visíveis em visíveis se as traduzirmos em signos, nomeadamente visuais (além dos linguísticos). Assim, podemos traduzir a informação em relações visuais formando uma metáfora e/ou uma analogia pictoriais que se podem apresentar numa forma tridimensional como as esculturas. Como subconjunto de uma metáfora e/ou de uma analogia pictorial encontram-se a metáfora e/ou a analogia gráficas que se podem apresentar em formas icónicas bidimensionais várias como pinturas, desenhos, fotografias, filmes, caricaturas, *cartoons*. Pelas potencialidades que encerram, como instrumento cognitivo, o estudo da metáfora e/ou da analogia pictorial reveste-se de particular importância, já que estas metáfora e/ou analogia gráficas são utilizadas normalmente no processo de ensino-aprendizagem.



Segundo Gibson (1966), a luz dá-nos a informação visual para a percepção do mundo. Pela percepção das imagens visuais a compreensão é facilitada, mais ainda se o conteúdo, expresso verbalmente, for difícil de compreender, por exemplo no caso de conceitos abstractos (Abel e Kulheny, 1986, Belleza, 1986 e Levie e Leutz, 1982). Pelos estudos centrados na aprendizagem, e segundo Thiele e Treagust (1991), uma metáfora e/ou analogia apresentada de uma forma gráfica permite, pela simples introdução visual dos atributos da fonte da metáfora e/ou da analogia, evitar a possibilidade de os alunos transferirem ou criarem atributos não relevantes, assim como evitar a necessidade de demoradas explicações verbais sobre a referida fonte. Duit (1991) reforça esta ideia, acrescentando que existe uma vantagem significativa na apresentação da metáfora e/ou a analogia através de uma forma gráfica pois que se verifica um aumento da familiaridade com a fonte Kennedy (1993) afirma que uma metáfora visual é uma extensão directa de uma metáfora verbal, complementando-se mutuamente ou, ainda, uma forma de fazer reviver uma metáfora morta. Levin (1981) propôs a seguinte lista das possíveis funções que a metáfora e/ou a analogia apresentadas de uma forma gráfica podem ter: (i) *reiterativas e redundantes* - duas maneiras de apresentar são melhores que uma e a visualização providencia algo mais que a simples repetição de informação; (ii) *representativas* - as figuras concretizam mais; (iii) *organizativas* - organizam a informação; (iv) *interpretativas* - ajudam a relacionar a nova informação com o conhecimento já existente. São especialmente úteis para informações difíceis porque fornecem um esquema estrutural; (v) *transformadoras* - transformam a linguagem verbal em representação perceptual. Segundo o autor esta é a função mais importante.

Kennedy (1982), ao estudar a linguagem escrita em crianças surdas, verificou a limitação da linguagem literal para estas crianças e recorreu à metáfora gráfica utilizando o que chamou "figuras de representação", como por exemplo, desenhando linhas onduladas para indicar graficamente a existência de cheiro. Concluiu que as linhas eram compreendidas como uma metáfora gráfica. Friedman e Stevenson (1980) sugerem que a partir de um mesmo grau de maturidade cognitiva será necessário aprender a associação entre o tipo de informação visual apresentada e o que as figuras representam. De certa maneira este facto é análogo à associação existente entre as palavras e os seus significados (Hochberg, 1978).

Estudos sobre semelhanças não verbais em metáforas, realizados por Connor e Kogan (1980) e Kogan et al. (1980), concluíram que a compreensão da metáfora não verbal aumenta com a idade, tal como é geralmente aceite que aconteça com a metáfora verbal. Este tipo de metáfora, tal como acontece com a metáfora verbal, depende, também, do contexto onde é utilizada, da experiência e dos conhecimentos anteriores (Newton, 1985).

Mais modernamente, e com o aparecimento dos computadores, a metáfora gráfica é utilizada em forma de gráficos, esquemas, relações semânticas, conhecimento de situações, sistemas ou estruturas e combinação de conceitos (Gerrit et al, 1992).

Clanton (1983) refere-se, especialmente, à relação entre a metáfora e a percepção, no que diz respeito ao delineamento ("*design*") do sistema computacional, classificando-a em:

(i) *metáfora funcional* - revela a relação entre a funcionalidade de um sistema e a percepção do utilizador e.g. a aplicação informática que permite a manipulação de tabelas numéricas específicas é um exemplo tradicional, permitindo ao utilizador estruturar a tarefa sendo as acções e os objectos análogos a métodos e a instrumentos num ambiente tradicional; (ii) *metáfora operacional* - refere a acções em que as expectativas do utilizador sobre o significado do sistema e os resultados são confirmados; (iii) *metáfora organizacional* - usada na planificação e aplicação no sistema informação; (iv) *metáfora integradora* - integrada no sistema e subsistema para completar uma tarefa.

van der Veer e Felt (1988) e Tauber et al (1985) aplicaram estes tipos de metáfora gráfica com objectivos diferentes, em situações de trabalho, para processamento de informação e instrução. Como resultado desta experiência, afirmam que para que este tipo de metáforas resulte é necessário, como acontece com os outros tipos, que estas sejam pré testados e seja realizada a identificação das características do utilizador (conhecimentos, capacidades e estratégias cognitivas).

### 2.2.3- A Percepção e a LM

Relacionar a percepção com a metáfora e/ou analogia levanta sérios problemas ainda não resolvidos. Não estão publicados estudos significativos sobre a relação entre a influência do tipo de informação perceptual e do estímulo perceptual disponível com o conhecimento do mundo real e a metáfora e/ou a analogia. Pensa-se que os estudos da semântica das línguas gestuais vão poder contribuir decisivamente para o avanço desta área (Catarino Soares, s.d.).

Sabe-se, contudo, que o processo de compreender semelhanças e diferenças entre diferentes tipos de objectos, acontecimentos ou fenómenos, é um procedimento cognitivo ligado à percepção e esta está ligada à linguagem e ao pensamento, o que implica que a diferenciação perceptual, conjuntamente com outras características cognitivas, esteja subjacente à produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou da analogia (Rheingold, 1985). Esta hipótese, que constitui a base da teoria da diferenciação, defende que aumentando o conhecimento dos domínios da metáfora e/ou da analogia, aumenta também a consciência da diferença perceptual entre esses domínios, conduzindo a uma melhor compreensão da LM (Dent, 1987). Qualquer característica que facilite a discriminação perceptual, facilita a apreensão dos invariantes de classes de objectos, acontecimentos ou fenómenos determinando e distinguindo as características dos domínios da metáfora e/ou da analogia.

Em síntese:

Do exposto resulta que não se defende uma perspectiva fisicalista de estruturalismo em que as sensações são os elementos primordiais com os quais se organiza a percepção. Isto não quer dizer que a construção do conhecimento não se realize, frequentemente, através das sensações. As sensações são tão importantes que a metáfora e a analogia sensoriais são as primeiras a serem compreendidas e utilizadas pelas crianças, verificando-se, posteriormente, um processo evolutivo em direcção à metáfora e à analogia conceptual em que os domínios podem não se relacionar com um objecto, um acontecimento ou um fenómeno facilmente percebido pelos sentidos.

A percepção é um mecanismo cognitivo básico para a discriminação das características dos domínios conceptuais que constituem a LM permitindo a produção, utilização e compreensão da metáfora e da analogia possibilitando, assim, a construção do conhecimento.

### 2.3- A Metáfora, A Analogia e a Imaginação

A linguagem figurativa vincula a ligação entre o aspecto icónico de linguagem metafórica e a imaginação, considerando, como Baptista Pereira (1983), que "as imagens criadas (...) são evocadas e executadas em todos nós, através da esquematização da imaginação que se difunde em todas as direcções, reanimando experiências anteriores, acordando imagens, adormecendo e irrigando zonas sensoriais adjacentes" (p. XXIII). A imaginação\* é, assim, uma competência cognitiva que está subjacente à LM.

Na investigação sobre a imaginação e a LM, tem-se chegado à conclusão que é difícil a obtenção de resultados nos estudos empíricos baseados nesta relação, visto que as explicações verbais têm sido irrelevantes para a compreensão do fenómeno cognitivo da imaginação e, como também acontece com a criatividade, só existem alguns indicadores comportamentais, a partir dos quais se tem referido a relação entre a imaginação e a LM.

A imaginação é considerada não só como uma reprodução pessoal das percepções anteriores que não estavam associadas previamente, ou de uma invenção reflectida; ou seja, como uma nova maneira de ver o mundo, mas também, como uma consciência entre o imaginário e o real, podendo-se usar

---

\* A palavra "imagery" é aqui traduzida por imaginação, pois não se conhece outro termo que corresponda exactamente ao significado do termo inglês.

o imaginário para a compreensão do mundo real, já que este, pela riqueza das suas características e variabilidade, só se pode abarcar recorrendo a imagens. A imaginação tem assim uma função heurística, que se torna relevante quando se utiliza a LM no ensino-aprendizagem.

A imaginação está intimamente ligada com a noção de imaginação criativa e esta com o pensamento criativo. No entanto, imaginação e criatividade são dois constructos cognitivos diferentes (Leddy, 1983). A criatividade vai além das percepções e da imaginação, violando o estabelecido dum modo frutuoso. Não é só um processo de “ver” o mundo de outra forma, mas também de o “fazer” de outra forma, construindo padrões novos onde estes não existiam antes. A imaginação é um processo mais passivo e a criatividade um processo mais activo, associado às interrelações produzidas com o meio (Leddy, 1983).

Filósofos como Hume, Kant, Hegel e Heidegger ou, mais recentemente, Ricoeur e Bachelard valorizam a imaginação. Desde sempre os fenomenologistas deram à imaginação um papel central nos fenómenos heurísticos. Não se pretendendo resumir as teorias destes filósofos, nem entrar na discussão dos seus pressupostos mas, simplesmente, focar ideias base que parecem importantes para a ligação da LM com a imaginação vale a pena referir, por exemplo, que Hume atribuía uma grande importância à imaginação na percepção dos factos do quotidiano. Kant, rompendo com a teoria de imaginação de Hume, introduziu o conceito de imaginação produtiva como uma operação sintética (“*schmatuzung*”), sendo uma das funções do esquema cognitivo fornecer imagens para a aquisição de conceitos constituindo, assim, a base para o conhecimento racional.

Hegel, citado por Jenaer Schrifren (1970), ao discorrer sobre a imaginação Kantiana, afirmava que a imaginação é:

"aquilo que é primeiro e originário e a partir do qual tanto o eu subjectivo como o mundo objectivo, pela primeira vez se cindem em fenómeno e produto necessariamente bipartido" (p.308).

Também Heidegger (1807), referindo-se a Kant, considerou a imaginação como faculdade que não se reduz à sentimentalidade nem ao entendimento, mas é o meio oculto e a fonte da unidade originária do Homem (Declève, 1970).

Arnheim (1979), psicólogo guestaltista, considerou a imaginação como o centro da cognição, ao formular a sua teoria do pensamento visual.

Bachelard (1971) considera que na imaginação está:

"le pouvoir de l' ouverture de l' Univers et la capacité de future par laquelle l' Homme répond à les initiatives et sollicitations qui proviennent du coté abstrait des choses" (pp.7-8).

Paul Ricoeur (1979), filósofo que se tem dedicado ao estudo da metáfora, defende uma teoria da imaginação centrada na LM. Estuda o papel da imaginação e a LM, não só na linguagem mas também na acção que esta linguagem promove, dando relevo à necessidade de uma consciência reflexiva sobre a distância existente entre a possibilidade de acção imaginada e a realidade do mundo. Considera, portanto, a LM como um instrumento crítico do real que possibilita variações imaginativas sem abandono do campo humano da experiência. Afirma, referindo-se à linguagem, que:

"Imaginar é reestruturar campos semânticos até então opostos, assimilando-os entre si, e por isso é no terreno do discurso que se

deve situar a imaginação criadora, cuja actividade fecunda consiste em esquematizar ou fornecer base imaginativa à novidade de uma significação emergente dos termos da frase" (p. 213).

Referindo-se à acção, Ricoeur afirma que:

"a diversidade de praxis humanas só pela variação da narrativa que a estrutura, abrevia e condensa, adquire um aumento icónico que a torna compreensível". A imaginação "desempenha uma função de dinamismo do agir individual futuro, porque não há acção sem imaginação no plano do projecto, da motivação e das possibilidades de agir. Ao antecipar pela imaginação o agir, o Homem ensaia esquemas eventuais, tendo em conta os meios a usar para a realização de projectos; antes de decidir, a imaginação fornece a clareira luminosa em que se comparam os mais diversos motivos de acção; precedendo toda a motivação e projecto; são as variações imaginativas sobre o tema "eu posso", que esclarecem o sentido das possibilidades práticas individuais" (pp. 217-218).

Devido às potencialidades da imaginação como factor cognitivo, implicando o desenvolvimento do pensamento, é natural que tantos filósofos se tenham dedicado ao seu estudo, pois que a construção do conhecimento através de imagens mentais continua a ser um processo entre os mais intrigantes, desconhecidos e espantosos. Há na imaginação como na LM uma interrelação entre os aspectos sensoriais, icónicos, perceptuais, afectivos, proposicionais e conceptuais (Richardson, 1983) que, pela sua complexidade, ainda é desconhecida.

Em síntese:

Refere-se como um dos aspectos desse processo de construção do conhecimento através de imagens mentais aquele em que a imaginação é



considerada uma actividade cognitiva, podendo não se traduzir em comportamentos e podendo aparecer ligada a tarefas cognitivas conscientes, como acontece ou pode acontecer na aprendizagem, na memorização, na criatividade, no pensamento e na resolução de problemas.

A metáfora e a analogia são instrumentos poderosos que utilizam e, simultaneamente, valorizam a imaginação pela ligação do imaginário ao real e às experiências anteriores, permitindo libertar a fantasia que conduz à inovação, à criatividade e a novo conhecimento.

#### 2.4- A Metáfora, a Analogia e a Criatividade

Ao abordar a problemática da metáfora, a analogia e a criatividade, partiu-se da hipótese que, por um lado, a produção da metáfora e/ou da analogia ou simplesmente a sua compreensão e utilização é um processo altamente criativo, pois há a criação de algo de novo, e por outro lado, através da utilização e compreensão da metáfora e da analogia, desenvolve-se a criatividade.

Parte-se do pressuposto que os processos cognitivos subjacentes à criatividade e à metáfora são paralelos. Este pressuposto é baseado nos estudos realizados sobre a criatividade em que esta é encarada como uma capacidade cognitiva essencial para a conceptualização de novas ideias. Considera-se que uma metáfora e/ou uma analogia é sempre criativa porque conduz a novos significados que por sua vez podem criar novas metáforas e/ou novas analogias com novos significados, contribuindo, assim, para a construção do conhecimento.

### Panorâmica dos estudos já realizados

Da literatura existente sobre a criatividade, a metáfora e a analogia, podem-se inferir as seguintes linhas de investigação:

- (i) Definições e perspectivas
- (ii) Características individuais que favorecem a criatividade
- (iii) Paralelismo cognitivo entre a criatividade e a LM

Faz-se em seguida uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes campos teóricos.

#### 2.4.1- Definições e Perspectivas

A criatividade na produção da LM provem da capacidade de mudar a maneira normalizada de conceber “coisas” e de as recriar num novo sistema conceptual, expressando-o em LM (Mac Cormac, 1988).

Os autores que se dedicam ao estudo da cognição colocam a criatividade na mais alta hierarquia das capacidades cognitivas (Sternberg, 1985), a par de tomada de decisões, resolução de problemas e espírito crítico. Descrevem-na como sendo um fenómeno multifacetado e complexo, considerando aspectos diferenciados como produtos da actividade, processos de pensamento, aspectos de personalidade, condições de ambiente. Como produtos da actividade, consideram a formulação e resolução de problemas, a elaboração de teorias científicas, a invenção e a criação de obras de arte ou até formas de vivência que têm subjacentes diferentes formas de ver o mundo, a vida e a sociedade. Quanto aos processos criativos, estes têm sido ligados ao pensamento divergente, à descoberta, à capacidade de poder fazer novas análises e sínteses. Nos aspectos da personalidade, têm sido estudadas

várias características pessoais ligadas à flexibilidade, à imaginação, à sensibilidade, à timidez, ao inconformismo, à originalidade, à expressividade, etc. Quanto às condições de ambiente, consideram os factores de cultura e as relações interpessoais. Apesar da existência destes estudos, o mecanismo cognitivo da criatividade continua ainda bastante desconhecido, devido à sua grande complexidade que envolve múltiplas capacidades, atitudes, comportamentos e domínios quer cognitivos quer afectivos.

O paralelismo entre criatividade e metáfora pode-se inferir até através das capacidades cognitivas comuns que é necessário activar e de algumas definições de criatividade de autores mais conhecidos, que poderiam ser definições de metáfora. Assim, Tourangeau (1982) afirma que:

“creativity is a process that involves sensing gaps or disturbing missing elements, hypothesis, communicating the results and possibly modifying and retesting these hypothesis”.

Arthur Koestler (1964) define a criatividade como um “New Know”:

“the combination of previously unrelated structures in such a way that you get more out of the emergent whole than you have put in”.

Para Parnes (1981) a criatividade é:

“ a fresh and relevant association of thoughts, facts, ideas, etc. into a new configuration (...) one which pleases, which has meaning beyond the sum of the parts”.

A criatividade, segundo Maslow (1987):

“is the source of new discoveries of ideas which depart from what exists at the point”.

Infere-se destas definições que para haver compreensão, produção e utilização de LM é necessário haver criatividade, e o uso da LM conduz ao desenvolvimento da criatividade.

Para os filósofos da Ciência, como Karl Popper (1987), todos somos criativos e originais, sendo a essência da criatividade a faculdade de propor várias possibilidades para a solução de problemas. O princípio da criatividade é a tendência para a realização, o não determinismo que possibilita o aparecimento de coisas novas. Afirma que a teoria de indução nega a criatividade do nosso espírito, pois essa teoria defende que tudo vem apenas do exterior. Infere-se que a metáfora e/ou a analogia permitem o aparecimento de relações novas, propondo várias possibilidades para a solução de problemas numa perspectiva não determinista.

Miall (1987) introduz a afectividade como factor importante para o desenvolvimento do pensamento criativo e para a compreensibilidade da metáfora. Esta explicação conjunta, baseada no afecto, é devida ao paralelismo encontrado no impacto das anomalias provenientes dos conceitos preexistentes e dos resultados esperados em confronto com as novas observações, dando-se uma transformação de significado pelo cruzamento das fronteiras conceptuais dos domínios em jogo, originando uma nova resposta. A afectividade seria o motor para o início do processo de iluminação e bissociação comuns à criatividade e à compreensão da metáfora e a responsável pela ligação e transformação de conceitos de domínios diferentes. Assim, para este autor, o jogo das semelhanças, da tensão das interrelações entre os domínios, não é suficiente para reorganizar o pensamento e explicar a compreensão da metáfora. O conflito afectivo entre

a fonte e o alvo pode ser a chave para a criação, podendo estar expressa metaforicamente. A compreensão da metáfora e da analogia e a criatividade são dois processos semelhantes que se interligam, sendo a afectividade a ponte de ligação.

David Bohm (1989), um físico de renome, faz assentar a sua explicação para a criatividade numa:

"unidade dentro da diversidade, na qual o jogo livre do pensamento científico permite a coexistência criativa e dinâmica de diferentes teorias" (p. 47).

Os apoios fundamentais dessa "unidade" são, formados em grande medida pela "metáfora", já que se procura, essencialmente, pôr em equação duas espécies de objectos muito diferentes. A mente entra, então, num estado perceptivo de grande energia e paixão que põe de lado, ou mesmo dissolve, alguns dos aspectos demasiadamente rígidos da infraestrutura tácita - o paradigma - e, por outro lado, a "ordem", que:

"ultrapassa os limites de uma teoria particular, para entrar em toda a infraestrutura de conceitos, ideias e valores, chegando até ao plano em que o pensamento humano é entendido e a acção é processada" (p. 253).

O sentido que é atribuído por Bohm ao conceito de ordem é o que ele chama "ordem generativa", a qual primariamente não diz respeito aos aspectos superficiais do desenvolvimento e da evolução numa sequência de sucessões, mas sim "a uma ordem interna e mais profunda, a partir da qual pode emergir criativamente a forma das coisas" (p. 201). Esta "ordem generativa" tem uma característica relevante que é a de, através dela, poder gerar-se um processo de criação a partir de alguma percepção global e

circundante. Para Bohm a inteligência criativa é universal e intrinsecamente global, seriamente comprometida por qualquer forma de rigidez, podendo não implicar separação entre conhecimento, sentimento e vontade.

Segundo Mac Cormac (1988) a criação de uma metáfora ocorre quando:

"an individual juxtaposes conceptual referents never before combined, producing both a semantic anomaly and a new conceptual insight (...) arises the individual's ability to step outside of the normal way of conceiving of things and to reconceive them in a new conceptual system expressed in highly suggestive metaphoric language" (p. 136).

De acordo com o este autor, mantém-se ainda desconhecido o processo altamente criativo da produção de metáforas, embora já seja conhecida que há uma relação desse processo com a riqueza da experiência pessoal anterior, a quantidade de vocabulário passível de ser utilizado, a imaginação, a emoção e a motivação.

#### 2.4.2- Características Individuais que Favorecem a Criatividade

Não se considera, aqui, o conceito de criatividade ligado a indivíduos com capacidades cognitivas excepcionais, génios ou mais modernamente os chamados sobredotados, mas sim como considera. Guildford (1950) e. Torrance (1965) como uma capacidade existente normalmente em todos os indivíduos. As afirmações e as palavras da linguagem verbal têm o potencial de ser usadas de uma forma criativa por todos. No entanto, as pessoas criativas têm uma tendência para a complexidade (Barron, 1969), possuem alto nível de energia, persistência, curiosidade, independência e alta motivação para o sucesso (Roe, 1953).

Torrance (1965) encorajou o desenvolvimento da criatividade pelo uso da metáfora e da analogia, de modo a que os indivíduos possam ver as “coisas” de diferentes perspectiva. Segundo este autor, os indivíduos diferem no grau que exibem a criatividade. As categorias individuais mais importantes relacionam-se com as experiências anteriores, com o estilo cognitivo (pensamento divergente), a personalidade (capacidade de trabalho árduo, independência, originalidade, flexibilidade, motivação e desinibição) e influência contextual e social (nível educacional, tentativas prematuras de evitar a fantasia, restrições em manipulações e curiosidade, medo e timidez perante superiores e pares, ênfase no sucesso e falta de recursos para desenvolver ideias).

Guilford (1950-1970) elaborou a teoria SI (“structure intellect”), uma abordagem psicométrica da criatividade, e identificou que eram características das pessoas criativas, a fluência (produzir grande número de ideias), a flexibilidade (pessoas criativas mudam facilmente de contexto), que pode ser espontânea e adaptativa, a elaboração (relacionada com a complexidade: número de relações que a pessoa pode manipular simultaneamente), a sensibilidade a problemas (vendo as pessoas criativas problemas onde as outras não vêem), a existência de novas ideias não visuais e apropriadas, a curiosidade, a capacidade de síntese (a organização de ideias em padrões mais largos) e de análise (possibilitando que as estruturas simbólicas possam ser quebradas antes que novas estruturas aparecessem) e a avaliação.

Barron (1969), explorando o fenómeno da criatividade, baseado na teoria de Guilford, define os seguintes oito comportamentos de pessoas criativas:

pensamento fluente, flexível, original, elaborativo e complexo. Saber correr riscos, ter curiosidade e imaginação. Para o desenvolvimento da criatividade, propõe estratégias didáticas, realçando o uso de discrepâncias, de analogias e do ensino metafórico.

#### 2.4.3- Paralelismo Cognitivo Entre a Criatividade e a LM

Existem muitas teorias sobre a criatividade, baseadas em resultados de estudos de investigação empírica. Um dos métodos, mais seguidos, de estudo da criatividade tem sido o da análise da introspecção dos poetas, cientistas e matemáticos, grupos de pessoas consideradas com altas capacidades criativas.

Algumas teorias explicativas do processo criativo baseiam-se na definição de estádios. Poincaré (1952) pressupõe que há um processo autónomo consciente em que o indivíduo se esforça por encontrar uma solução (fase de saturação ou de preparação) e só depois a mente continua a trabalhar inconscientemente (fase de incubação), seguindo-se novamente uma fase consciente (fase de iluminação e de verificação). Read e Bruce (1982) e Ericsson e Simon (1980) não concordam com a fase inconsciente, atribuindo à fase da incubação como que uma incapacidade de relatar os conhecimentos temporários de memória de curta duração.

Parnes (1981) utilizou na sua investigação sobre a criatividade um tipo de estudos etapicos, começando pela fase de: (i) saber que alterações gostaria de fazer? ("fact findings"); (ii) em que se lista tudo o que se sabe sobre o problema ("objective finding"); (iii) qual o problema real? ("problem finding"); a procura de analogias ("idea finding"); (iv) listagem de critérios ("acceptance



finding"); (v) listagem de ideias para que a sua ideia funcione ("solution finding").

Sanders e Sanders (1984) opõem-se às teorias explicativas da criatividade em fases e defendem que o pensamento criativo não é sequencial mas espontâneo, metafórico e expresso em imagens.

Vários autores, ligados a teorias psicológicas da aprendizagem, têm tentado dar explicações para o fenómeno da criatividade, que se podem estender ao estudo da metáfora e/ou da analogia. Assim, Thorndike (1874-1949) defendia na sua teoria conexionista uma organização hierárquica de associações seleccionadas para atingir um objectivo, constituindo-se assim as capacidades "superiores" cognitivas. As ideias novas resultariam de associações inusitadas de ideias velhas por processos de tentativa e erro. Podemos inferir, então, que ao produzir, utilizar ou ao compreender uma metáfora e/ou uma analogia, ocorre uma associação de ideias preexistentes que, se for bem sucedida para atingir o objectivo desejado, provoca uma nova ideia.

Para os comportamentalistas, a criatividade é considerada um comportamento novo para obter resposta a uma condição estimulante. Devido a esta condição estimulante, haverá novas combinações de estímulos que levam a respostas ainda não pertencentes ao repertório do indivíduo. Skinner (1974) chama a esta resposta "mutação", que será característica do pensamento criativo. Podemos inferir então que ao produzir, utilizar ou ao compreender uma metáfora e/ou uma analogia, ocorre uma mutação produzindo novas respostas que ainda não pertenciam ao repertório do indivíduo.

Na perspectiva guesaltista, em que a aprendizagem se faz através de um todo que transcende as partes, a criatividade é considerada resultante da combinação de "insight" - o momento de compreensão da estrutura básica de um situação problemática, ou seja, a compreensão da relação funcional entre as partes e o todo, produzindo uma reorganização do campo vital para utilizar a terminologia de Kurt Lewin (1870-1947), dando assim origem a um novo comportamento. Quando surge um problema, descobre-se soluções para a respectiva resolução pela combinação em formas novas, de conceitos e princípios que já faziam parte do nosso campo cognitivo, produzindo ideias criativas (mais complexas). Na metáfora e na analogia, há um processo de selecção das várias informações recolhidas, um momento da compreensão das relações entre o conhecimento preexistente e essas informações, de modo a gerar a informação nova.

Os psicólogos cognitivistas, como por exemplo Weisberg (1988), explicam a criatividade como a habilidade de extrair as informações relevantes para a solução de um problema, utilizando a combinação selectiva das várias informações recolhidas, a comparação entre a informação nova e o conhecimento preexistente, a motivação, a persistência e o tempo de maturação para interpretação de uma informação nova no conhecimento preexistente. Glynn et al. (1989).acrescentam o questionamento ou a procura inquisitiva ("problem-solving") de um problema, a procura do estímulo, da novidade e do desafio para atingir níveis mais elevados de interacção com o meio envolvente, obtendo uma "síntese interpretativa". A metáfora e/ou a analogia constituiria, assim, esta síntese interpretativa.

Minsky (1981) considera que o nosso cérebro funciona como uma grelha estruturada ("main-frame") em rede e em sistemas onde se "instala" toda a nossa experiência anterior. Estas grelhas cognitivas tornam-se cada vez mais complexas, tendo como base as existentes anteriormente. O aumento da complexidade é resultante do crescimento, do desenvolvimento da linguagem e da acção do meio envolvente. Quando ocorre um processo criativo selecciona-se na memória uma estrutura que é "recordada" para ser adoptada ou modificada, conforme o objectivo pretendido, segundo a combinação de três processos: (i) um jogo entre os padrões de processamento ("Pattern Matching Process"); (ii) a existência de blocos ("Clustering Theory"); (iii) uma rede de comparações do novo com o preexistente ("Similarity Network"). Na metáfora e/ou na analogia a fonte será a grelha estruturada em rede e em sistemas e a aprendizagem do conceito alvo será um processo criativo, resultante da combinação dos três processos referidos.

Uma das possíveis explicações para esclarecer o processo cognitivo da criação da metáfora e/ou analogia, pode residir nas opiniões de Arthur Koestler (1964). Este autor afirma que este processo cognitivo de criatividade é provocado por um processo de bidissociação:

"by moving human expression from the normal literal communicative mode to one with more than one dimension of meaning"(p. 136).

comparando a criação de uma metáfora com a evolução biológica:

"new ideas are thrown up spontaneously like mutations; the vast majority of them are useless, the equivalent of biological freaks without survival-value"(p. 136).

A motivação para produzir uma linguagem criativa como a LM pode ser causada por várias razões. Esta linguagem criativa, que é definida por Gerrig e Gibbs (1988) como:

“any utterance, phrase, or word meaning varies with the context in which is produced in a way that could not be predicted from the lexically meanings of its component words” (p. 2).

pode ter um grande número de motivos para se transformar além do significado convencional incorporado no léxico. Assim, para estes autores, os motivos pelos quais as pessoas produzem a LM, podem estar ligados ao aspecto social, querendo criar novos significados para que a linguagem fique mais perto do significado pretendido, sendo aqui a linguagem criativa considerada como um importante mecanismo para permitir uma comunicação adequada. Outros aspectos sociais, ligados à razão da utilização da LM, podem estar relacionados com questões de delicadeza, especialmente nos casos embaraçosos, com tabus potencialmente indelicados ou com o objectivo de dar ordens indirectas ou de insultar; de convencer, ou seja, os objectivos serão, aqui, o de provocar uma mudança de opinião e não dar uma informação; o de divertir, porque se deseja e tem desejo em brincar com as palavras; ou de se ser notado, o de elevar o nível social; o de informar os outros das nossas atitudes ou crenças de uma forma indirecta. Estes motivos estão relacionados com a vontade dos indivíduos escolherem ou decidirem usar a LM deliberadamente. Não são explicados os motivos porque produzem metáforas e analogias espontaneamente.

Uma proposta explicativa e alternativa à deliberação da utilização de linguagem criativa é considerar que sempre que se utilizam as palavras,

combinando-as numa frase, está sempre a ser produzida uma linguagem criativa própria de cada utilizador (Chomsky, 1957). Nesta perspectiva, a utilização da linguagem criativa liga-se a um processo complexo e mais amplo de explicação da produção da linguagem.

Apesar desta explicação e da variabilidade pessoal, deverá haver algumas regras para a produção de boas metáforas e analogias. Segundo Mac Cormac (1986) uma dessas regras poderá estar relacionada com a organização de categorias na memória de longo prazo, facilitando a possibilidade de activar intencionalmente partes separadas da memória. Outra dessas regras poderá estar relacionada com a motivação, sendo um estímulo sem o qual não se poderia verificar a expressão de novos sentimentos ou "insights" e sem a qual nunca ocorreria a criação de referentes novos. A emoção, por sua vez, fornece a motivação para a criação da metáfora e/ou da analogia, como afirma Mac Cormac (1988), na sua teoria cognitiva de metáfora:

"cognitive rules of the association of concepts must be viewed as fluid and changing, that somehow the inventor of metaphors must be able consciously or unconsciously to identify the similarities and dissimilarities of metaphors and that motivation rooted largely in emotion provides the driving force underlying the production of metaphors" (p. 140).

Em síntese:

Na problemática da relação entre LM e criatividade há duas vertentes a considerar. Por um lado são necessárias capacidades cognitivas ligadas à criatividade para a produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou da

analogia e por outro lado a metáfora e/ou a analogia promovem o desenvolvimento da criatividade.

A utilização da metáfora e/ou da analogia tem um papel preponderante no desenvolvimento da criatividade, de modo a que os indivíduos possam ver as coisas de diferentes perspectivas. A criatividade como uma das mais elevadas capacidades cognitivas passa pela capacidade de usar raciocínio analógico, conduzindo, segundo Glynn et al. (1989):

"to problem solving, to the definition of novel problems and new hypothesis" (p. 392).

A formulação de novas hipóteses e a definição de novos problemas, por meio do potencial criativo da metáfora e/ou da analogia, está a história da Ciência repleta de exemplos, o que prova a afirmação daqueles autores.

Pelos estudos apresentados pode-se concluir que a metáfora e a analogia têm subjacentes a criatividade e esta é desenvolvida pela utilização, compreensão e produção da LM.

Em qualquer das duas vertentes que se analise esta problemática, não há dúvida que os factores cognitivos jogam um papel importante no processo de criatividade e, consequentemente, na produção da metáfora e da analogia. No entanto, a seguinte questão mantêm-se sem resposta: Quais os processos cognitivos ligados à criatividade que ocorrem na produção, utilização e compreensão da metáfora e/ou da analogia?

## 2.5- A Metáfora, a Analogia e a Memória

É consensual, entre os investigadores, que a memória para a produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou analogia é baseada em

processos conceptuais holísticos, complexos, que transcendem as associações entre o alvo e a fonte (Tourangeau e Sternberg, 1981 e Reichmann e Coste, 1980).

Na produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou analogia, formula-se a hipótese que, a partir de uma grande quantidade de dados previamente existentes na memória, estes têm de ser reinterpretados, de modo a constituir uma nova imagem mental. Os componentes mnésicos e a complexidade dos domínios constituintes de uma metáfora e/ou analogia mudam o processo de comparação entre eles e também a própria representação das relações (Dubois, 1982). Por sua vez, a metáfora e/ou a analogia podem funcionar como uma ajuda à memorização de conceitos, de factos e de acontecimentos. As semelhanças entre o alvo e a fonte da metáfora e/ou da analogia servem como unidades funcionais de memória (Verbrugge e McCarrel, 1977).

As teorias explicativas do funcionamento da memória são, assim, importantes para a compreensão dos processos que ocorrem na produção/utilização/compreensão da metáfora e/ou da analogia, já que é, normalmente, atribuído a estas um papel essencial na memorização. É educacionalmente importante equacionar a ligação entre a memória e a LM.

#### Panorâmica dos estudos já realizados

Da literatura existente sobre a metáfora, a analogia e a memória, podem-se inferir as seguintes linhas de investigação:

- (i)- Relevância da memória ao longo dos tempos
- (ii)- Teorias Explicativas da Memória e a LM
- (iii)- A memória e a LM

Faz-se em seguida uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes campos teóricos.

#### 2.5.1- Relevância da Memória ao Longo dos Tempos

A sociedade não teve sempre a mesma atitude perante a memória como instrumento de cognição, o que se reflectiu na ênfase dada às estratégias didácticas do desenvolvimento da memória no processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, na utilização da metáfora e/ou da analogia ligada aos fenómenos mnémicos.

Os processos mnemónicos actuais tiveram a sua génese na Retórica dos Clássicos gregos e na Escolástica da Idade Média. No Cabalismo, a representação de todo o conhecimento era feito em forma de memória. Durante o período do Renascimento até ao fim da Renascença a memória era supervalorizada, talvez pela fraca expansão da escrita. Nos fins do séc. XIX tudo se modifica, sendo a memória considerada como um mecanismo cognitivo inferior. O behaviorismo recusou mesmo o conceito de memória. Conseqüentemente, Watson afirmava que só existia a aprendizagem, não existindo a memória. Identificando desse modo confundia a dinâmica da aquisição ou transformação de novos conhecimentos com a conservação desse mesmo conhecimento. Com o declínio do behaviorismo (por volta dos anos 70), com o alargamento dos estudos sobre a aquisição da linguagem, da produção e reprodução do discurso e com o aparecimento da inteligência artificial (de que existem variadíssimas investigações sobre a memória artificial), a memória torna a ser relevante e a ser objecto de estudos, principalmente a memória semântica (conceptual). Actualmente, o estudo da



memória tornou-se um dos aspectos centrais da psicologia cognitiva (Horton, 1991).

### 2.5.2- Teorias Explicativas da Memória e a LM

O conhecimento novo pode ser construído quando a fonte de uma metáfora ou de uma analogia é retirada da memória e estabelecidas as relações com um conceito alvo apresentado. Estas relações fornecem a base para que ocorra a transferência analógica entre o conhecimento existente da fonte, para o conhecimento do alvo (Wharton et al., 1994). Ao criar uma metáfora, o indivíduo deve desejar fazê-lo, mas o conhecimento desse desejo pode ser consciente ou inconsciente (Mac Cormac, 1988). No entanto, para que se active a memória, algo deve ocorrer além do desejo de se lembrar de ...

A informação na memória de longo prazo (MLP) definida como o repositório de conhecimentos, conceitos e capacidades permanentes, sendo ilimitada e organizada, está armazenada em nódulos. Estes estão interrelacionados de um modo complexo, representando um item de informação ou um conjunto de itens relacionados (Shiffrin e Schneider, 1977). Se um elemento desse conjunto for activado, todos os outros serão também activados. Alguns nódulos contêm conhecimento sensorial, perceptual e não verbal, como o caso de sentimentos e imagens (Mac Cormac, 1988), outros nódulos contêm conhecimento semântico ou proposicional, traduzido por factos, significado de palavras, representações e semelhanças, e outros contêm o conhecimento conceptual onde estão incluídos os conceitos (Gregg, 1974). As ligações entre os nódulos correspondem às associações entre conceitos. Nesta perspectiva, a construção do conhecimento está organizada em redes conceptuais (Anderson, 1981, Puff, 1979 e Rumelhart e Ortony, 1977). A maior

parte dos nódulos, na MLP, estão normalmente inactivos e quando passam a activos passam para a memória de curto prazo, correspondendo esta ao campo imediato da consciência (Feigenbaum, 1970).

Segundo esta perspectiva, a construção do conhecimento consiste em controlar o fluxo de informação que sai e entra na memória. Esta teoria veio modificar o conceito anterior de memória constituída por um sistema unitário. Segundo Shiffrin e Schneider (1977), a construção do conhecimento pode ser devida a dois processos: o processo controlado, que envolve a activação de uma sequência de nódulos controlada pelo indivíduo, e o automático. Se o processo controlado requerer a atenção, só pode operar uma sequência de cada vez. O processo controlado é mais complexo que o automático, pois que regula uma série de actividades como a procura de dados na memória, emissão de respostas adequadas e a transferência de informação de uma memória para as outras. O processo automático é um mero mecanismo de associação. Este processo automático, embora também envolva a activação de um conjunto de nódulos, não é controlado pelo indivíduo desenvolvendo-se pelo treino e pela prática.

Ao ser proposta a teoria que a memória de longo prazo se poderia dividir em memória episódica e semântica (Tulving e Thompson, 1973 e Tulving, 1972) e que segundo estes autores o processo de memorização dependia de:

“specific encoding operations performed on what is perceived, determine what is stored, determines what retrieval cues are effective in providing access to what is stored” (p. 369).

abrem-se, assim, novas possibilidades de interpretação de como a memória se liga à metáfora e/ou à analogia.

O criador de uma metáfora e/ou analogia retira da memória de longo prazo, combinações de palavras e conceitos que não estão normalmente associadas. A motivação para estas associações provém das experiências particulares existentes na memória episódica de longo prazo constituída pelas lembranças pessoais, ou seja, uma memória autobiográfica (Mac Cormac, 1988).

Se a memória episódica fosse igual para todos os indivíduos, então não haveria possibilidade de criar novas metáforas e/ou analogias. Segundo o mesmo autor, a origem da criação dessas metáforas e/ou analogias está na experiência pessoal e não só nos aspectos semânticos da aprendizagem da língua, fixada na memória. No entanto, quanto maior for o desenvolvimento da memória semântica de longo prazo, constituída pela informação geral sobre a linguagem incluindo o significado semântico de palavras conhecidas por todos os indivíduos, maior será a possibilidade de produção da metáfora e/ou da analogia. Esta produção é um processo de reconstrução e não só uma recombinação conceptual, o que implica que os conceitos na memória semântica não sejam fixos.

### 2.5.3- A Memória e a LM

A utilização das metáforas convencionais pode estar relacionada com a respectiva memorização. Anderson (1983) e Watkins e Watkins (1975) afirmaram que a activação de factos diversos melhora a memorização, sugerindo que na metáfora e/ou na analogia as variáveis mais importantes para a sua utilização podem ser diferentes das identificadas para a sua compreensão. Segundo estes autores, a compreensão e a utilização da metáfora têm por base duas funções cognitivas diferentes, nem sempre

relacionadas. Na mesma linha de opinião, Allyssa McCabe (1988) concluiu que não é evidente a relação entre a compreensibilidade de uma metáfora e/ou analogia e a sua memorização, embora a compreensão pudesse funcionar como um factor facilitador. Concluiu, ainda, que era diferente para a memorização a apresentação da metáfora e/ou analogia em textos falados ou escritos. Quando se trata de discurso falado, os indivíduos tendem a lembrar-se melhor das metáforas e/ou das analogias que são consideradas pobres e que comparam "coisas" dissimilares, mas em texto escrito, tendem a lembrar-se das metáforas e/ou das analogias que consideram serem as melhores e as que comparam "coisas" semelhantes. Este facto pode gerar a hipótese que o processo visual utilizado na leitura interfere com o processo de criar imagens mentais.

Considerando, agora, o papel da metáfora e/ou da analogia como factores facilitadores da memorização, Marschark e Hunt (1985), estudando metáforas com múltiplas interpretações, afirmaram que estas são representadas na memória numa forma múltipla, sendo mais fácil a memorização do que é pretendido. Isto confirma a hipótese de Glenberg (1979), que afirmava que a existência da informação linguística múltipla existente na metáfora com múltiplas interpretações facilita a memorização. Malgady e Johnson (1980) afirmaram, também, que a metáfora com várias interpretações facilita a memorização. Esta facilidade é explicada, por estes autores, devido a verificar-se uma maior coesão semântica entre o alvo e a fonte.

Paivio (1971) concluiu dos seus estudos que as imagens mentais, que a linguagem metafórica provocava, produzem uma dupla função mnésica: a visual e a linguística, mobilizando o indivíduo dois códigos, respectivamente, o imagético e o verbal. A LM teria, assim, um papel relevante na memória,

pois facilitaria a conservação do conhecimento, através de uma dupla função. Se ligarmos estas ideias com a teoria dos hemisférios cerebrais, compreende-se que, segundo esta teoria, há a mobilização dos dois hemisférios; o esquerdo onde predomina a verbalização e o direito onde há predomínio da função visual, implicando naturalmente um aumento da capacidade de memorização.

Muitos autores, como Harris et al. (1980) e Harris (1979), referem que os conhecimentos adquiridos através da utilização da metáfora são recordados ou, pode-se mesmo dizer, melhor e mais facilmente recordados (Gibbs, 1980) que os adquiridos através da linguagem literal, explicando-se este facto pelo uso de linguagem de uma forma não convencional (McCabe, 1988).

A memorização através da utilização da metáfora e/ou analogia tem sido referida como dependente de várias características da própria LM, tais como: o potencial de provocar a imaginação; a semelhança entre os domínios em jogo; a relação entre os atributos e o grau de anomalia verificado entre o alvo e a fonte; a qualidade estética e a facilidade de compreensão (McCabe, 1988). Por outro lado, Wharton et al. (1994) sugerem que a memorização provocada pelo uso da metáfora e/ou da analogia não está relacionada com as semelhanças ou outras características, mas está somente relacionada com a utilidade da utilização da LM para a resolução de problemas.

Segundo a teoria interaccionista da metáfora proposta por Black (1962), em que a fonte actua como um écran ou um filtro através do qual o alvo é visto (cf. II Parte, Cap I), a fonte recorda melhor o alvo que vice-versa. Esta ideia é partilhada por Paivio e Begg (1981) e Paivio (1979), que consideram a fonte uma melhor entrada mnemónica, pois que as suas características são as que

melhor convêm ao alvo "A vehicle filters a tenor in an image that seems the key to memory" (p.125).

Os resultados das experiências realizadas por McCabe (1988) sugerem que a fonte especifica as propriedades pelas quais se centra o conceito alvo, sendo este mais tarde recordado mais facilmente, visto que o alvo não especifica as propriedades da fonte. Este argumento não explica o receio que os professores têm quando afirmam que um dos problemas de utilização de LM em sala de aula é a memorização da metáfora e/ou da analogia e não do conceito para o qual foram utilizadas. Se tal acontecer não é um fenómeno devido à simples memorização.

Marschark e Hunt (1985) não encontraram resultados consistentes com a ideia expressa por McCabe (1988) , parecendo mais que os alvos das frases metafóricas servem como "cavilhas" conceptuais onde vão encaixar os "bornes", constituídos pelos conhecimentos prévios memorizados e despoletados pela fonte.

Harris (1979) obteve resultados diferentes quando estudou a ligação entre memória e metáfora. Utilizou metáforas de uma forma isolada, ou integrada em textos, havendo nesta ultima situação uma ligação mais forte com a memória. Concluiu que o contexto em que uma metáfora é utilizada (cf. II Parte, Cap. I) faz com que esta tenha um papel mais importante na memorização.

O grau e a natureza da semelhança entre os domínios parece ter relevância na memorização. Wharton et al. (1994) estudaram o grau de influência das semelhanças dos domínios de uma metáfora, utilizando a taxionomia de Halford (1992). O primeiro nível desta taxionomia é a semelhança dos

elementos, um elemento de um domínio da metáfora pode ser comparado isoladamente com outro elemento do mesmo ou de outro domínio. Não são consideradas comparações de relações. O segundo nível é a semelhança das relações estabelecidas num conjunto de dois ou mais elementos, é comparado com outra relação estabelecida num outro conjunto de elementos e o terceiro nível é a semelhança estabelecida entre relações de relações (e.g. “uma raposa queria apanhar uvas mas como não as conseguia apanhar disse aos seus amigos que elas estavam podres” e “Harry esperava entrar para um novo emprego, mas como não o conseguiu obter disse à mulher que o emprego era aborrecido” (p. 67).

Os resultados dos estudos de Gentner et al. (1993) não são conclusivos e parece que as semelhanças entre sistemas, embora não sejam determinantes, influenciam a memorização, o que confirma os resultados encontrados por Johnson e Henley (1992) Estes autores afirmam que as relações temáticas mais complexas podem servir de base para a memorização. Por outro lado, Holyoak e Thagard (1989) defendem que o processo de memorização através da metáfora é melhorado se se tiver em consideração três factores: 1º a *semelhança directa de atributos* que pertencem a conceitos isolados, como por exemplo, em (i) categorias supraordenadas, e.g. cão-animal, (ii) hiponímias, e.g. cão-gato, e (iii) meronímias, e.g. cão-cauda; 2º o *isomorfismo* - atributos ou relações, entre conceitos, estabelecidas uma a uma e 3º o *aspecto pragmático* - quando se preferem as relações entre conceitos para atingir o objectivo pretendido.

Segundo McCabe (1988), as relações entre a memória e a semelhança conceptual entre o alvo e a fonte dependem do grau de concretização da fonte (quanto mais concreta esta for, mais facilmente conduz à memorização

do conceito alvo) e do grau de contextualização onde está inserida a metáfora e/ou a analogia. McCabe identificou alguns factores que influenciam a melhor memorização de conhecimentos através da metáfora. Verificou, assim, que o comprimento da frase metafórica afecta a memorização. As frases maiores provocam dificuldades na escolha dos atributos ou das relações a comparar, tornando a memorização mais difícil (McCabe, 1980, 1983).

Em síntese:

Continua a ser intrigante, apesar dos estudos já realizados e das várias teorias propostas, como é que a memória permite que novos conhecimentos surjam pela mobilização e reconstrução do conhecimento preexistente, relacionado com objectos ou acontecimentos que anteriormente nunca estiveram associados, possibilitando a construção de novas metáforas e/ou analogias. Apesar do desconhecimento que ainda envolve este processo, pelo exposto, podemos afirmar que a produção, compreensão e utilização de LM têm por base diferentes mecanismos cognitivos e que a metáfora e a analogia são um importante instrumento mnemónico, condicionado, contudo, pelas características da própria metáfora e/ou analogia, do contexto em que estas são utilizadas, das experiências e dos conhecimentos anteriores e da riqueza do património linguístico individual.

## 2.6- A Metáfora, a Analogia e a Resolução de Problemas

A resolução de problemas é, aqui, entendida como uma actividade cognitiva em que as representações das experiências anteriores e os componentes desses problemas são postos em confronto e reorganizado conjuntamente de modo a atingir um objectivo. Essa actividade pode ser realizada através de ensaio e erro entre alternativas ou através de uma tentativa deliberada para



formular um princípio ou ainda através da descoberta de um sistema de relações subjacentes à resolução de um problema (Ausubel et al., 1986).

### Panorâmica dos estudos já realizados

Da literatura existente sobre a metáfora, a analogia e a memória, podem-se inferir as seguintes linhas de investigação:

- (i)- Definições e Potencialidades
- (ii)- Relação entre a Resolução de Problemas, a Metáfora e a Analogia
- (iii)- Relação entre a LM, a Resolução de Problemas e as Competências Cognitivas

Faz-se em seguida uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes campos teóricos.

#### 2.6.1- Definições e Potencialidades

A resolução de problemas deverá ser entendida em sentido amplo, envolvendo processos cognitivos tais como conjecturar, experimentar, generalizar, explorar ideias, discutir, comunicar, verificar onde possa haver mais do que uma solução, construir argumentos convincentes, criticar resultados, construir conceitos envolvendo também actividades ligadas mais especificamente à Ciência como listar, organizar e classificar dados, analisar e eliminar variáveis e procurar padrões.

A resolução de problemas é um processo cognitivo que potencializa o crescimento de estruturas cognitivas elevadas, desenvolvendo a capacidade de problematizar, tomar decisões, ligar ao mundo real pela compreensão dos fenómenos, qualquer que sejam os contextos dos problemas, e conduzir à auto-formação pela prática da autonomia e independência cognitiva

Sistematizando, na resolução de problemas, através duma ligação ao real, desenvolvem-se capacidades de problematizar, de tomar decisões, de promover a autonomia, de crescimento e desenvolvimento cognitivo pessoal, de aprender a pensar e, conseqüentemente, de “aprender a aprender”.

Não se quer entrar na polémica das classificações do que é cognitivamente a resolução de problemas, definindo-a como uma estratégia ou um procedimento cognitivo ou um conhecimento, quer específico, quer geral, ou uma atitude de inteligência, quer cristalizada, quer fluida (conforme nomenclatura de Snow, 1982 e Cattell e Horn 1978).

Um problema, segundo Kantowsky (1977), surge:

“when we find a question and we don’t know how to answer it or a situation which we can not solve using the available knowledge” (p. 163).

Esta definição é coincidente com a de outros investigadores que acentuam ainda a dimensão subjectiva do problema. Assim, o problema é um projecto pessoal de que não se conhece a solução e que exige a mobilização de capacidades cognitivas individuais.

A actual sociedade é caracterizada por crescentes e rápidas alterações, onde permanentemente surgem situações complexas que é necessário interpretar e resolver. Tem necessidade de indivíduos com grande capacidade de adaptação, aptos a aprender, capazes de formular problemas decorrentes das novas situações que se deparam e de os resolver habilmente.

A capacidade de resolução de problemas é essencial em todas as áreas do saber, mesmo nas tarefas mais elementares, como saber ler e escrever, e em todas as idades, observando-se que as crianças do pré-escolar já

demonstram capacidades de resolução de problemas (Holyoak et al., 1984). A capacidade de resolver problemas varia com a idade. Com o crescimento, a frequência de estratégias de resolução de problemas por ensaio e erro decresce, substituindo-a por abordagens orientadas por hipóteses. Isto acontece devido à crescente capacidade de generalização, à manipulação de símbolos abstractos e à consciencialização da existência de problemas. Assim, a procura de soluções tende a ser mais flexível e menos estereotipada, sendo os indivíduos capazes de mobilizar melhor a experiência anterior (Ausubel et al., 1986). Esta constatação pode ser explicada pela teoria de Piaget que defende que as crianças não são capazes de ver mais do que um aspecto ao mesmo tempo, são caracterizadas pela existência de um pensamento difuso e pela sua pouca capacidade de tolerar a frustração, além de apresentarem dificuldade de generalizar a partir de um contexto determinado. As soluções encontradas para os problemas são relacionadas com aspectos concretos, com a presença física de objectos. As crianças, finalmente, depois de resolverem o problema não são capazes de o verbalizar convenientemente. Sistematizando, o declínio do egocentrismo e do subjectivismo característico do pensamento nas crianças e o desenvolvimento do pensamento causal são aspectos principais de desenvolvimento cognitivo relacionados com a qualidade de resolução de problemas (Ausubel et al., 1986).

Tradicionalmente, a resolução de problemas está mais estudada em Ciência e Matemática e em áreas profissionais como Medicina, Engenharia, Arquitectura, etc. Além destas áreas formais do saber, a resolução de problemas é importante para o quotidiano, onde estão sempre a surgir situações novas, e também ao longo da evolução da vida, onde o enorme

aumento do conhecimento implica continuamente a resolução de novos problemas. Desenvolver estratégias cognitivas de resolução de problemas é, pois, importante na educação formal e informal.

#### 2.6.2- Relação entre a Resolução de Problemas, a Metáfora e a Analogia

Muitos autores que se dedicaram ao estudo da resolução de problemas têm afirmado a sua relação com a metáfora e/ou analogia, embora haja pouca investigação experimental que permita compreender o pensamento utilizado na resolução de problemas complexos e o papel da LM. No entanto, sabe-se que para a resolução de problemas através da metáfora e/ou da analogia, competências cognitivas como a imaginação, a criatividade, a memória, etc. têm um papel importante.

A metáfora e a analogia estão relacionadas com a resolução de problemas, pois existem muitas características comuns, sendo uma das mais importantes a flexibilidade cognitiva. (Hayes, 1980, Elstein et al., 1978 e Greeno, 1976). As variáveis mais importantes que influenciam a resolução de problemas são segundo Ausubel et al. (1986): (i) a disponibilidade de conceitos e princípios relevantes a um dado problema, existentes na estrutura cognitiva; (ii) as características cognitivas e da personalidade, tais como, o estilo cognitivo, a sensibilidade a problemas, a flexibilidade, a capacidade de improvisar, o nível de ansiedade, a capacidade de tomar decisões, a curiosidade intelectual, a capacidade de integração, a incisão, a actividade (procura não mecânica de soluções), a tolerância à frustração, o autocrítico, o espírito analítico e atento, a imparcialidade, a persistência, a autoconfiança, a objectividade, o gosto pela complexidade; (iii) a capacidade verbal; (iv) o desenvolvimento da capacidade de pensar em termos de concreto-abstracto e de objectivo-

subjectivo. É relevante o papel da estrutura cognitiva preexistente visto que, num problema a resolver, está envolvida a organização da experiência passada de modo a que as necessárias características se encaixem na nova situação problemática. É, portanto, importante que exista um conhecimento prévio rico (conceitos, princípios, etc.), principalmente se este for claro, estável e discrimináveis pelo indivíduo.

No entanto, a existência deste conhecimento pode ter perigos se houver a tendência para usar sempre a mesma abordagem que foi utilizada com sucesso em situações problemáticas anteriores, inibindo a improvisação e a procura de novas direcções para encontrar soluções. Não se pode resolver um problema baseado em situações análogas se não existir uma perspectiva de que não é possível conceber um outro uso de funções ou de objectos do que a já conhecida. Quando uma perspectiva funcional caracterizada pela fixidez cognitiva se instala, traduzida por uma forma de pensar reducionista como por exemplo, conceptualizar os problemas em termos de causalidade simples em vez de causalidade múltipla, a tendência de pensar em termos de “sim ou não” ou “tudo ou nada” em proposições dicotómicas “isto ou aquilo”, e a preferência para conceber a variabilidade em categorias estanques em oposição à continuidade dos processos, não se está a desenvolver a capacidade de resolução de problemas (Ausubel et al., 1986).

Metaforizar, como resolver problemas, é:

"entrar em terreno desconhecido, recolher dados, detectar diferenças, ser sensível às repetições e às analogias, reconhecer regularidades e padrões ou porventura um sentido ainda mais forte - investigar, procurar encontrar, procurar descobrir" (APM, 1988).

Clement (1988) defende que as analogias utilizadas para resolver problemas desempenham um papel muito importante, pois que podem desempenhar uma função de transferência analógica directa, ou seja, o conhecimento, comportamento ou método pré estabelecido pode ser transferido para o problema apresentado. Pode, também, induzir uma transferência analógica indirecta e provocadora porque pensando no caso análogo, pode-se resolver o problema apresentado de uma forma inovadora. Nos dois casos, a analogia ajuda ao aparecimento do conhecimento que não era reconhecido previamente como relevante para a solução do problema. Nalguns casos uma analogia pode ser desenvolvida e reformulada de modo a tornar-se um modelo novo para compreender um sistema (Clement, 1988). Para este autor, existem quatro estratégias a serem seguidas de maneira a que a utilização das analogias sejam úteis na resolução de problemas: (i) gerar a analogia análoga ao problema proposto; (ii) verificar se as relações estabelecidas são válidas; (iii) compreender o problema análogo e respectivas soluções; (iv) aplicar as soluções ou as estratégias de pensamento utilizadas no problema análogo ao problema apresentado.

Outro importante componente da resolução de problemas, podendo ser desenvolvido através da utilização de metáforas e/ou analogias, é a construção de um modelo interpretativo das questões abstractas, através de situações do mundo real (Joan Hall, 1990). A intenção é concretizar o problema, evidenciando a existência de determinadas relações que, de outro modo, poderiam passar despercebidas. Gick e Holyoak (1980) defendem que há um nível de abstracção óptimo, dependendo de cada indivíduo, em que as relações entre os domínios da metáfora e/ou da analogia podem ser representadas para guiar efectivamente na resolução do problema

apresentado. No entanto, não são conhecidos os factores que influenciam esse nível de abstracção óptimo. Estes autores põem a hipótese que o nível de abstracção óptimo para o uso da analogia para resolver um problema é aquele que maximiza o grau de correspondência entre os dois domínios. Em muitos casos uma correspondência muito detalhada inclui relações de diferença e não de semelhança. Uma representação muito abstracta pode omitir informação sobre correspondências importantes.

Conhecem-se estudos baseados nas tarefas de resolução de "puzzles", para compreender a relação entre metáfora e/ou analogia e resolução de problemas como a Torre de Hanói, da transferência analógica entre problemas análogos, como por exemplo o problema clássico da passagem do rio (três pessoas precisam atravessar um rio, sendo uma delas canibal, num barco que só pode transportar duas delas. Nenhuma das duas pessoas pode ficar sozinha com o canibal), e histórias prévias análogas ao problema a ser resolvido, como por exemplo o, também, clássico "problema de radiação" (o problema de um doente que não pode ser operado possuindo um tumor no estômago e cujas radiações para o destruir também destroem os tecidos sãos) ou o problema da conquista de um forte. Estes estudos partem de objectivos e estratégias investigativas bem definidos. Não se conhecem estudos em que a metáfora e/ou a analogia desempenham um papel na resolução de problemas num contexto do quotidiano, ou seja, não há resposta ainda explicativa para a questão de onde, como e quando aparecem a metáfora e/ou a analogia espontâneas para a resolução de problemas. Clement (1988) verificou, como resultado dos seus estudos com cientistas qualificados em resolução de problemas, que há vários processos cognitivos que estes utilizam conducentes à resolução de um problema, usando

analogias, e classificou-os do seguinte modo: (i) *transferência* de um princípio formal (e.g. uma equação ou um princípio formal abstracto - como a conservação da energia) e aplicação a outros contextos. Este processo tem por base a necessidade de reconhecer que o problema analógico é constituído por uma equação ou princípio; (ii) *transformação* - este processo ocorre quando o indivíduo cria uma situação análoga, modificando a situação prévia podendo mudar um ou mais atributos ou relações previamente assumidas como imutáveis; (iii) *associação* - para resolver um problema análogo o indivíduo faz uma associação de ideias, recordando um caso anterior análogo. Este pode diferir em muitas formas, mas terá atributos e relações em comum. Os processos de transformação e associação são os mais utilizados, embora a transformação seja mais utilizada que a associação, o que traz vantagem pois pode criar novos problemas. Em todos os casos a analogia produz uma mudança na representação do problema, pela mudança da concepção prévia sobre o contexto do problema.

#### 2.6.3- Relação entre a LM, a Resolução de Problemas e as Competências Cognitivas

A aprendizagem em Ciência, através da resolução de problemas, não se faz só através da manipulação de princípios matemáticos ou a partir de axiomas rígidos, mas também através de métodos qualitativos como o uso da LM. Os resultados que confirmam esta ideia têm implicação na Educação em Ciência.

Há uma interligação entre metáfora, resolução de problemas, memória e criatividade. Embora as teorias de criatividade sejam mais antigas que as teorias de resolução de problemas, a resolução de problemas está também intimamente ligada com a criatividade, principalmente nos problemas que



requerem flexibilidade cognitiva e pensamento produtivo, o que implica a procura de ideias na memória de longo prazo. Na técnica de “brainstorming”, chamada “synetics”, os grupos criados para a resolução de problemas são treinados para a procura de analogias relacionadas com áreas diferentes do problema-alvo (Gick e Holyoack, 1980).

A ligação da resolução de problemas com a criatividade já vem de longa data, sendo criatividade considerada por Ausubel et al. (1986) como a mais elevada expressão de resolução de problemas porque envolve as transformações de ideias originando ideias novas ou originais e gerando novos princípios explicativos. Como exemplo, num estudo realizado por Wallas (1926), uma das mais antigas tentativas de identificar os estádios de resolução de problemas, há uma grande semelhança com os estádios que diversos autores propõem para a criatividade. Assim, Wallas propõe quatro fases progressivas na resolução de problemas: (i) *Preparação* - escolha do problema, obtenção de informação disponível e formulação de uma tentativa de solução; (ii) *Incubação* - onde a atenção é desviada para outras actividades como o lazer ou o dormir; (iii) *Iluminação* - obtenção da resposta em forma de “flash”; (iv) *Verificação* - validação da resposta.

A mais famosa semelhança desta sequência de estádios de resolução de problemas é com a sequência de estádios da criatividade proposta por Poincaré (1913).

Do mesmo modo, Polya (1957, 1968) descreveu quatro fases de resolução de problemas: (i) *Compreensão do problema* - procura de informações e dos objectivos e das condições dos problemas; (ii) *Planificação* - pensar em problemas semelhantes já encontrados em experiências anteriores e

reorganização do problema em termos compatíveis com a experiência passada; (iii) *Desenvolvimento do plano* - procura da solução; (iv) *Avaliação dos resultados* - verificar o resultado confrontando com o objectivo desejado.

A fase da compreensão do problema corresponde à fase de preparação de Wallas e avaliação dos resultados é semelhante à verificação. Por outro lado, planificar inclui a preparação, a incubação e iluminação das fases de Wallas.

Tanto Wallas como Polya salientam a importância da experiência pessoal e da recolha dos dados anteriores necessários à resolução de problemas, relacionando-a assim directamente com a metáfora e a analogia.

Polya, em 1946, forneceu uma lista de procedimentos heurísticos para resolução de problemas, onde incluiu como um dos procedimentos o "thinking of know analogy's problems", de modo que através de analogias sucessivas se pode chegar à solução geral do problema inicial. Este procedimento aparece a par do conhecimento dos objectivos e das condições dos problemas, das reformulações, de tornar os problemas mais gerais e dividi-los em subpartes.

Whitely e Dawis (1975) estudaram analogias verbais com o fim de investigarem o processo de resolver problemas analógicos. Baseados em estudos experimentais, descobriram oito categorias de relações na estrutura dos itens dos domínios em jogo que facilitavam a resposta aos problemas analógicos propostos: (i) *Semelhança* - a relação entre duas palavras é de semelhança quando tem o mesmo ou significado aproximado; (ii) *Oposição* - a relação entre duas palavras é de oposição se tiverem significados opostos; (iii) *Regularidades formais de escolha lexical* ("Word Patterns") - uma selecção de regularidades lexicais não depende do significado da palavra,

mas sim da notação gráfica, som e número de letras da palavra; (iv) *Pertença* a uma classe ("Class Membership") - a relação entre duas palavras é de pertença a uma classe se os objectos pertencem ao mesmo grupo ou têm características comuns; (v) *Significado de classe* ("Class Meaning") - as relações entre duas palavras têm significado de classe se uma palavra nomeia grupos ou conjuntos de características de um objecto; (vi) *Mudança para* uma categoria diferente ("Change Into") - a relação entre duas palavras muda quando uma coisa se transforma noutra devido ao tempo ou a outro processo; (vii) *Funcionalidade* ("Functionality") - a relação entre duas palavras é funcional se uma coisa desenvolve uma actividade pela outra coisa; (viii) *Quantidade* ("Quantity") - a relação entre duas palavras é quantitativa quando os objectos diferem em tamanho e quantidade (pp. 6-16).

Newell e Simon (1972) listaram seis fontes de informação que podem ser usadas para resolver um problema. Entre todas as fontes, realçam: (i) a utilização da experiência prévia, com recurso a tarefas análogas ou com componentes dessa tarefa; (ii) processos armazenados na memória a longo prazo, pela combinação de tarefas propostas com outros procedimentos análogos já conhecidos anteriormente. A sugestão que fornecem consiste em partir de soluções conhecidas, seguir os passos por ordem inversa até obter a solução desconhecida. Estes autores sugerem que, para a resolução de um dado tipo de problemas, há uma transferência analógica de estratégias já encontradas para resolver outros problemas anteriores. Parece pois que a melhor fonte para resolver novos problemas é a experiência na resolução de problemas anteriores análogos. Esta é também a opinião de Mayer (1992), baseando-se na hipótese da transferência analógica, afirma que se pode resolver criativamente um problema, recordando outro problema já resolvido,

extraíndo a este a informação relevante que possa servir para a solução e relacionando a informação do anterior com a do novo problema. Para que esta transferência analógica possa ser eficiente entre o problema-base e o problema-alvo terão, segundo este autor, de se verificar as seguintes condições: (i) *reconhecer* - de um problema-base para servir de base para o raciocínio analógico; (ii) *abstrair* de um princípio ou estrutura ou procedimento geral do problema-base; (iii) *mapear* pela aplicação do conhecimento adquirido com o problema-base ao problema-alvo.

Greeno (1973) criou um modelo de resolução de problemas usando analogias. Selecionava as variáveis e características existentes nos problemas que fossem análogas às variáveis e características da solução desejada.

Larkin e Reif (1976) desenvolveram um processo de resolução de problemas, em que uma das etapas era o uso da informação traduzida em linguagem metafórica.

Feuerstein et al. (1979) pretendem ensinar a resolver problemas pela descoberta de relações, regras, princípios e estratégias comuns entre problemas análogos de dificuldades crescentes, por vezes, autocorrectivos (numéricos, espaciais, pictóricos ou verbais). A procura de regularidades entre os dados, aplicando o raciocínio analógico, é referido como de grande utilidade para enfrentar o novo problema.

Larkin (1980) descreveu uma estratégia de resolução de problemas, em que aconselha a substituir o problema original por uma outra versão análoga, normalmente mais abstracta, onde se mantêm as características centrais que servirão de guia para a resolução do problema original.

Rubenstein (1975) organizou um curso sobre resolução de problemas através da apresentação de problemas análogos e modelos. Estudou estilos de resolução de problemas e de tomada de decisões e identificou os valores de resolução de problemas e a natureza interdisciplinar da resolução de problemas. Posteriormente, estes estudos serviram de base aos trabalhos de Cyert (1980), que apresentou uma lista de dez procedimentos aconselháveis na resolução de problemas. No procedimento que colocou em terceiro lugar ele aconselha a necessidade de criar modelos que os simplifiquem, usando palavras, símbolos e representações pictóricas, no quinto procedimento aconselha a variar a forma de pôr a questão, no sexto que o problema seja flexível e fundamentado e no nono princípio ele aconselha expressamente o uso de metáforas e analogias.

Rumelhart e Norman (1981) focaram a importância de resolução de problemas através de processos analógicos. Eles acreditam que muito do nosso conhecimento está organizado em esquemas cognitivos, que são blocos de procedimentos especializados construídos através da experiência. Um novo esquema aparece modificando e refinando o anterior através de novas experiências. A aquisição de novos esquemas cognitivos será baseada em processos analógicos. É necessário, pois, para a resolução de problemas, começar com problemas já familiares, apresentando o novo problema diferindo em pequenas dimensões, atributos ou operações dos problemas já conhecidos.

Gick e Holyoak (1983) demonstraram que os indivíduos usam o mesmo esquema cognitivo para resolverem o mesmo problema, apresentado de duas

maneiras (uma mais abstracta que a outra), se se utilizar como contexto, histórias análogas.

Ausubel et al. (1986) delinearam como sucessivas fases de resolução de problemas: (i) a dúvida e a perplexidade cognitivas, a frustração ou a consciência da dificuldade; (ii) a tendência para identificar o problema com os objectivos pretendidos e a lacuna a ser preenchida; (iii) relação de situação problemática com a estrutura cognitiva, activando ideias anteriores relevantes e soluções encontradas previamente que, por sua vez, são transformadas e reorganizadas em hipóteses ou proposições de soluções possíveis; (iv) testagem sucessiva de hipóteses e reformulação do problema se for necessário; (v) incorporação da solução na estrutura cognitiva e aplicação não só ao problema específico a ser resolvido, mas também a outros exemplos do mesmo problema. Nem todos os indivíduos seguem exactamente estas fases ou esta sequência, dependendo do tipo de problema, do contexto onde ocorre o problema e das características individuais.

Glynn et al. (1989) propõem o seguinte modelo envolvendo operações e suboperações analógicas:

1. Formular o Problema que engloba: (i) representar o problema; (ii) identificar características relevantes.
2. Recuperar o problema-base que engloba: (i) procurar analogias com características semelhantes; (ii) seleccionar a analogia.
3. Resolver o problema que engloba: (i) encontrar a solução; (ii) verificar a solução.

A resolução de problemas tem aparecido como instrumento investigativo para analisar o papel da analogia no pensamento produtivo (Gick e Holyoack, 1980).

O pensamento produtivo aparece associado com a metáfora e/ou a analogia porque os procedimentos para a resolução de problemas são construídos por elementos proposicionais léxicos ou semânticos e as propriedades estruturais da representação de um problema são reorganizadas ou são adicionadas novas características.

Em síntese:

A metáfora e/ou a analogia podem, pois, ser uma forma de organizar, integrar e seleccionar conhecimentos anteriores mobilizados para a resolução de problemas. Permitem, ainda, discutir soluções alternativas, descobrir relações entre problemas e desenvolver estratégias cognitivas em novas situações, verificar e interpretar resultados, generalizar soluções e estratégias. Uma das dificuldades de resolução de problemas através da LM é ultrapassar as barreiras contextuais (Gick e Holyoak, 1980). Por exemplo, em educação escolar é normal que os alunos não transfiram o conhecimento adquirido num contexto (numa disciplina) para a resolução de um problema que apareça noutra disciplina. Na opinião de Clement (1988), para que uma analogia seja útil à resolução de problemas acontece um paradoxo, pois que parece que é necessário afastar-se do problema proposto para se ficar próximo da respectiva solução, ou seja, deve-se ser capaz de decidir não trabalhar directamente no problema mas investigar à volta dele. É um risco, pois não há garantia prévia que essa investigação contribua para a solução pretendida do problema.

No entanto, continua a ser um enigma como é que a metáfora e/ou a analogia são usadas para encontrar a solução de um problema.

### 3- PREFERÊNCIAS INDIVIDUAIS PELA PRODUÇÃO, COMPREENSÃO E UTILIZAÇÃO DA METÁFORA E DA ANALOGIA

Existem poucos estudos investigativos sobre as características individuais que permitam compreender as razões justificativas de um determinado indivíduo produzir ou utilizar, frequentemente, a metáfora e/ou a analogia, na sua linguagem quotidiana. Transportando este facto para uma situação de aprendizagem formal verifica-se a mesma situação.

Quais serão as características individuais existentes em professores e alunos que os levam a preferirem uma aprendizagem utilizando a LM?

Os estudos apresentados na literatura revista baseiam-se, essencialmente, para dar resposta a esta questão, na ligação entre a utilização, compreensão e produção da metáfora e/ou da analogia e a cognição. Tendo em conta a singularidade da pessoa, que não é o resultado do somatório de estruturas cognitivas, mas constitui um sistema global e interactivo (Lerbet, 1981) haverá, assim, numa perspectiva sistémica, aspectos relevantes que não estarão contemplados como, por exemplo, a ligação do indivíduo a um meio social estimulante, o que permitirá um treino da compreensão e da utilização da metáfora e/ou da analogia.

#### Panorâmica dos estudos já realizados

Tendo em conta a panorâmica dos estudos já realizados, podemos considerar as seguintes linhas de estudo:

(i) preferências individuais pela produção, compreensão e utilização da metáfora e/ou analogia em função do estilo cognitivo



(ii) preferências individuais pela produção, compreensão e utilização da metáfora e da analogia em função da evolução cognitiva.

Faz-se em seguida uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestas duas linhas de estudo.

### 3.1- Preferências Individuais pela Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia em Função do Estilo Cognitivo

O estudo da metáfora e/ou da analogia em função do estilo cognitivo é recente. Consequentemente, é necessário um maior aprofundamento da investigação sobre este assunto podendo, no estado actual do conhecimento, ser prematuro apresentar conclusões.

Considera-se, aqui, e de acordo com Entwistle (1988), estilo cognitivo como a preferência estável por um modo particular de pensar dos indivíduos com capacidades intelectuais globalmente semelhantes, implicando uma organização das estratégias cognitivas para controlar o comportamento em várias situações. Assim, os estilos cognitivos são importantes para o processo de ensino/aprendizagem porque implicam estilos de ensino e estilos de aprendizagem diferenciados. É impossível nomear todas as classificações de estilo cognitivo que têm aparecido, no entanto verifica-se uma tendência bipolar de classificação (e.g. concreto-abstracto; convergente-divergente; aleatório-estruturado; rígido-flexível). Qualquer que seja a classificação usada um determinado indivíduo não apresenta exactamente todas as características de um estilo cognitivo pré definido.

A compreensão da LM parece requerer mecanismos conceptuais diferentes da sua produção e da sua utilização, não estando aquela tão directamente ligada ao estilo cognitivo (Kogan e Saarni, 1989). No entanto, a produção e

preferência pelo uso da LM parece estar ligado ao estilo cognitivo individual e não a variáveis características das capacidades intelectuais nem do nível intelectual. Os indivíduos são muito consistentes nas suas abordagens ao modo de produzir uma metáfora e/ou uma analogia, nomeadamente nos processos de inferir, mapear, avaliar e aplicar, mesmo considerando situações diferentes no que respeita a conteúdos, formatos e dificuldades (Sternberg, 1977). Segundo Fine et al. (1986), para cada estilo cognitivo existem características individuais relacionadas com a produção e utilização da LM, tais como: (i) a percepção; (ii) a forma de pensar (na lógica e na realidade ou na imaginação e na criatividade); (iii) a forma de reagir a estímulos exteriores; (iv) a forma de reagir a sentimentos e a controlar as emoções; (v) o saber retardar ou não as satisfações das suas necessidades.

Indivíduos com um estilo cognitivo flexível preferirão e produzirão, mais frequentemente, metáforas e analogias que outros possuindo um estilo cognitivo mais rígido e estruturado. Consideram-se indivíduos possuindo características individuais de um estilo cognitivo flexível, quando os mesmos são capazes de responder a diversas situações ao mesmo tempo e de integrar e organizar esta diversidade de operações de uma forma eficaz. Os indivíduos possuidores de um estilo cognitivo flexível mostram ainda preferências pela complexidade e são capazes de tolerar a ambiguidade e a confusão de situações, para além de serem abertos ao meio e de possuírem uma capacidade de percepção desenvolvida e não recearem a não normalização, nem o novo. Geralmente, desejam experimentar novas maneiras de actuar, são impulsivos e estão abertos à mudança e ao desenvolvimento. Respondem às emoções, e não usam a autorepressão como autodefesa. Podem ser desinibidos, mas a espera pela satisfação das

suas necessidades não causa problemas. Não têm medo do desconhecido, mas têm um "ego" forte que lhes permite relacionar-se com a ansiedade e voltar à realidade quando quiserem ou precisarem. Um estilo cognitivo flexível permite, também, uma actuação que poderá parecer prematura, mas essas pessoas são capazes de responder de uma maneira lógica quando necessário. Têm controlo sobre estas características, não atingindo valores desmedidos. Se tal acontecesse estas características teriam o efeito contrário, impedindo a utilização e compreensão da LM. É esta flexibilidade cognitiva, mas também um estilo cognitivo controlado, que lhes permite ser criativos e produzir coisas novas (Fine et al., 1986).

Parece, pois, que os diferentes graus das características que caracterizam a flexibilidade cognitiva influenciam a produção e utilização da metáfora e/ou da analogia. No entanto, e segundo Smith (1976), o gosto pela produção e utilização da LM é um processo activo que não se confina às características inatas. Pela discussão, a experimentação e a interacção com o ambiente, os indivíduos podem começar a preferir a diversidade e a utilizar a LM pela compreensão da profundidade do significado contido na metáfora e/ou na analogia.

Pode-se inferir que o estilo cognitivo influencia a aprendizagem através da utilização da metáfora e/ou da analogia, nomeadamente a aprendizagem em Ciência. É, também, uma possível razão para justificar que alguns alunos aprendam melhor quando sujeitos a situações formais de aprendizagem, através da utilização da metáfora e/ou da analogia.

A influência do estilo cognitivo na preferência pela LM é, contudo, um assunto controverso, de acordo com os dados empíricos obtidos nesta investigação,

em que todos os alunos entrevistados afirmaram que gostavam que os professores utilizassem a metáfora e a analogia nas aulas.

### 3.2- Preferências Individuais pela Produção, Compreensão e Utilização da Metáfora e da Analogia, em Função da Evolução Cognitiva

A preferência pela LM é referida, aqui, considerando a utilização e a produção das metáforas convencionais, já que as metáforas originais são produzidas raramente, independentemente, da idade de quem as produz. No entanto, as percentagens mais altas de produção da metáfora e da analogia originais pertencem aos grupos de pessoas mais novas e mais velhas, emergindo como diferença, que nas mais novas a metáfora e/ou a analogia originais são geralmente inapropriadas ou sem resultados práticos (Gardner, 1974).

Segundo alguns autores (Billow, 1981, Cometa e Eson, 1978 e Winner et al., 1978), a preferência pela utilização e produção da metáfora e/ou da analogia aumenta com a idade, devido a que a produção da metáfora e/ou da analogia envolve a recusa do familiar, a construção de novos significados, mas conjuntamente existe a utilização desse mesmo domínio familiar. No decurso do seu desenvolvimento, a criança vai-se familiarizando com novos termos e situações e, simultaneamente, complexificando a sua estrutura cognitiva, o que lhe possibilita a aceitação do desconhecido e a utilização dum maior campo conceptual.

Esta teoria, que afirma que a preferência pela utilização e produção da metáfora e/ou da analogia aumenta com a idade, é controversa já que outros autores afirmam que as crianças criam muitas metáforas e analogias espontaneamente, desde tenra idade (Goswani, 1992, Alexander et al., 1989,

Nippold e Sullivan, 1987, Kogan e Chadrow, 1986, Mendelson et al., 1984, Vosniadou e Ortony, 1984, 1983 e Winner et al., 1980) sem terem a preocupação de se autocensurar, o que pode levar a um declínio da produção de metáforas e analogias com a idade, onde já há uma consciência do que é socialmente bem aceite (Billow, 1981).

Gardner et al. (1978), baseados em estudos próprios e nos de outros autores, sugerem que a relação entre o desenvolvimento da produção e utilização da LM, com a idade, segue uma curva em U. A produção e a utilização da metáfora e/ou da analogia é muito frequente nas crianças do pré-escolar, diminui na escola básica devido à consolidação da aprendizagem da linguagem literal e aumenta novamente no início da pré-adolescência. Estes autores partem do pressuposto que todas as frases metafóricas produzidas pelas crianças são metáforas verdadeiras.

Segundo Winner (1988), o aparecimento de metáforas espontâneas declina com os anos de escolaridade básica (dos 8 aos 10 anos), notando-se, mesmo, nestas idades, uma resistência para a aceitação da LM (e.g. não aceitam que pessoas possam ser gelo ou as cores possam ser fortes). Esta autora chama a este período de desenvolvimento “estádio literal e convencional” (p. 104). Em contexto escolar, estas crianças preferem uma linguagem não metafórica, provavelmente, devido a não compreenderem a discrepância entre os domínios analógicos, porque a sua capacidade analítica é baixa. No entanto, é interessante referir que, enquanto a produção de metáforas diminui, a utilização de analogias aumenta, tendo então uma função de clarificação e explicitação, portanto de aumento da compreensão (Winner, 1988).

Os pré-adolescentes e adolescentes mostram preferência por metáforas convencionais e os adolescentes e jovens adultos, frequentando o ensino secundário e a universidade, apreciam metáforas originais e apropriadas (Gardner, 1974).

No processo de ensino/aprendizagem a produção da metáfora e/ou da analogia, preconizadas como tendo efeitos positivos no desenvolvimento cognitivo, pode ser bloqueada. Os alunos podem pensar que as respostas atípicas não serão bem recebidas pelo professor e, cautelosamente, responderem de uma forma mais convencional, levando a uma diminuição da capacidade de gerarem as suas próprias metáforas e analogias.

Em qualquer idade, com pouco tempo de ensino, mas principalmente nos pré-adolescentes, os indivíduos começam a produzir e a gerar as suas próprias metáforas e analogias (Gardner, 1974).

Em síntese:

Dos estudos realizados pode-se inferir que a preferência dos alunos, ao usarem ou gerarem as suas próprias metáforas e analogias, está dependente de vários factores como o estilo e desenvolvimento cognitivos, a pressão social e características individuais.

A produção e apreciação do uso da metáfora e/ou da analogia parece estar longe de ser universal, mesmo no caso de adultos com instrução, do que se pode inferir que alguns professores utilizem frequentemente e outros possam rejeitar o uso da metáfora e/ou da analogia no processo de ensino-aprendizagem, devido a características individuais.

## CONCLUSÃO

Os resultados recentes provenientes da investigação no campo das ciências cognitivas sugerem que os fenómenos cognitivos estão relacionados com a experiência vivida. A produção, a compreensão e a utilização da metáfora e da analogia estão intimamente relacionadas com essa experiência. Existe, pois, para cada indivíduo, uma ligação forte entre o sistema cognitivo e o sistema metafórico que parece variar consoante o nível etário, o desenvolvimento cognitivo e o apreço por este tipo de linguagem.

A constatação da falta de um conhecimento mais aprofundado nesta ligação justifica-se pelo grande e aliciante mistério que envolve os fenómenos cerebrais. Por um lado, e apesar dos valiosos e recentes contributos da neurociência e das ciências cognitivas, nomeadamente da psicologia cognitiva, continua a ser um enigma o “como” ocorrem os fenómenos cognitivos. Por outro lado, o estudo da metáfora e/ou da analogia como instrumento cognitivo é muito recente, talvez devido à tradição destas serem consideradas como figuras da retórica do discurso, da linguística, ou um assunto tradicionalmente relacionado com a filosofia.

O processo cognitivo subjacente à LM é baseado no raciocínio analógico envolvendo várias competências cognitivas como a percepção, a imaginação, a criatividade, a memória e a resolução de problemas, entre outras. Utilizando estas competências a LM estrutura a compreensão conceptual individual e social pela obtenção de novos significados promovendo, simultaneamente, o desenvolvimento dessas mesmas competências. A utilização da LM pode ser, assim, um motor de desenvolvimento cognitivo não devendo a LM ser caracterizada como um fenómeno puramente linguístico, ou em termos mais

gerais, simplesmente como um fenómeno comunicativo, no qual se substitui um termo ou uma frase por uma outra ou se compara os atributos de dois conceitos.



## Capítulo III

### A METÁFORA, A ANALOGIA E A FUNÇÃO HEURÍSTICA

#### INTRODUÇÃO

Apesar de todas as potencialidades heurísticas e educativas que a metáfora e a analogia possuem, e numa perspectiva que provém do conceito de que a Ciência é um mundo à parte da linguagem figurativa, o uso da metáfora e da analogia no ensino/aprendizagem da Ciência tem sido refutada, principalmente, por ser contrária aos objectivos convencionais da Ciência, como o rigor e a objectividade. Segundo esta perspectiva, a utilização da LM na aprendizagem da Ciência poderá não criar a relação correcta entre os conceitos e até criar ideias científicas erróneas. Mais concretamente, e contra esta linha de pensamento, Muscari, 1988 e Howard, 1989 criticam cientistas e professores que só consideram a metáfora e a analogia como uma forma decorativa das descrições literais, desnecessária e frívola, uma brincadeira na aprendizagem da Ciência ou, simplesmente, uma errónea categorização de conceitos em relação a outros e que, para alguns autores, até deveria ser evitada pelos bons professores de ciências porque desenvolve cabeças preguiçosas.

Os positivistas toleram a metáfora e a analogia em Ciência como tendo apenas valor pedagógico (Weimer, 1973), como uma mnemónica para memorizar ou para explicar ideias, mas não constituindo um método válido para criar ou inferir (Green, 1979, Miller, 1976 e Deese, 1972). Palmer (1978) argumenta que a importância da metáfora advém da mesma constituir uma representação do real com o único objectivo de preservar a informação.

Actualmente, o conceito da desvalorização da LM em Educação em Ciência alterou-se radicalmente. Em contraste com as teorias lógico-positivistas, alguns filósofos de Ciência atribuem um importante valor à metáfora e à analogia na criação e desenvolvimento das teorias, mostrando como a abordagem positivista não pode ser mantida porque não toma em consideração os efeitos culturais e pessoais e os do meio para a construção do significado científico.

Os novos contributos da epistemologia da Ciência, levam a afirmar nomeadamente que:

(i) a Ciência não é baseada na observação directa e procedimentos linguísticos independentes; (ii) os termos científicos mudam o seu significado conforme surgem novas teorias; (iii) é contingente a relação de associação entre a experiência e a imediata representação do conhecimento.

Para alguns autores, a metáfora e/ou a analogia são essenciais para a Ciência, como pode ser comprovado por uma análise histórica da evolução do conhecimento científico. Para Postman e Weingartner (1966):

“the term metaphor means a verbal model for a human perception of reality” (p. 133).

Bruner (1966), por sua vez, diz que, nos estados pré-científicos:

“the effort to construct a fruitful hypothesis may indeed be the place where the art of science, like all other art forms, operates by the law of economical metaphor” (p. 65).

Kuhn (1965), afirma que:

“the scientist perception of his environment must be re-educated in some familiar situations, he must learn to see a new gestalt” (p. 111).

A metáfora e a analogia passaram, assim, a não ser subversivas quanto à intenção rigorosa da Ciência e passaram a ser consideradas como um instrumento indispensável do pensamento, um constructo hipotético que reclassifica e compreende as coisas numa perspectiva alternativa (Ortony, 1975 e Black, 1962). O papel da LM na aprendizagem científica alterou-se também significativamente.

No ensino das ciências, a metáfora e a analogia têm sido utilizadas com diferentes objectivos como a aprendizagem em Ciência em sistema formal e em sistema informal, nomeadamente na divulgação da Ciência junto do público em geral. Por vezes, já nem se consegue identificar quem originou uma metáfora ou uma analogia tal a sua popularidade. Nestes casos, estas são frequentemente usadas como demonstrações, para popularizar a Ciência ou para a aprendizagem formal.

### 1- A METÁFORA, A ANALOGIA E O CONHECIMENTO EM CIÊNCIA

A metáfora e a analogia têm, ao longo dos tempos, sido utilizadas em Ciência em diferentes áreas como a divulgação e educação científica, a comunicação entre cientistas, a investigação e a descoberta científica. Destacando, neste capítulo, estas duas últimas áreas, a metáfora e a analogia, têm sido usadas pelos cientistas para explicar fenómenos, elaborar teorias, refutá-las e reelaborá-las dando-lhes um significado lógico pela ligação dessas teorias com o mundo empírico. No entanto, a metáfora e a analogia não são utilizadas

em Ciência só para ligar sistemas abstractos com o mundo real, mas servem, essencialmente, como um sistema organizativo básico de paradigmas fornecendo um “solo rico” onde as teorias estão enraizadas (Haraway, 1979). Assim, Hesse (1966) e Black (1962) afirmam que a metáfora e a analogia são não só úteis mas são também necessárias à Ciência. Recentemente, os argumentos avançados por Lakoff e Johnson (1980), confirmam este ponto de vista ao mostrarem que a metáfora e a analogia são elementos básicos para a cognição e a conceptualização.

Ao analisar-se a História da Ciência, pode-se verificar que a metáfora e a analogia têm sido utilizadas pelos(as) cientistas, no acto da criação ou da descoberta, em várias épocas, independentemente das concepções epistemológicas vigentes, não sendo o seu uso, contudo, independente do meio social, dos valores e das atitudes, dos interesses e perspectivas, das culturas e filosofias da respectiva época histórica em que foram geradas. Cada época tem as suas referências próprias em relação às quais organiza o seu pensamento (Valente et al., 1995). A metáfora e a analogia constituem, assim, um museu da nossa história científica ou um “armazém etimológico” como Hoffman (1980) lhes chama.

A relação entre as concepções sobre a natureza da Ciência e a utilização da metáfora e da analogia tem gerado mais controvérsias no desenvolvimento do conhecimento ao nível da educação e da divulgação científica e da própria aceitação das teorias entre a comunidade científica, do que no processo individual do trabalho de investigação, já que cada cientista tem o seu estilo próprio e o seu próprio sistema de metáforas e analogias (Ribeiro dos Santos, 1989).

Tem-se verificado amiúde, ao longo da História da Ciência, que certas metáforas e analogias utilizadas por um(a) cientista, numa dada época, podem posteriormente não ser consideradas como o melhor modelo para explicar um determinado fenómeno ou para resolver um determinado problema, devido a terem aparecido novos dados teóricos ou empíricos. Essa metáfora ou analogia é, então, abandonada e encontrada uma que melhor se adegue à explicação do fenómeno e resolva o problema. Assim se tem processado a evolução do conhecimento científico. Pode-se citar, como exemplo de uma metáfora que prevaleceu até ao séc. XVI, o caso do coração ter sido considerado como uma fornalha que aquecia o sangue. A função da respiração era evitar o sobreaquecimento. A metáfora foi abandonada com os contributos dados pelo aparecimento da bomba hidráulica (Howard, 1989). No entanto, certas metáforas e analogias não morrem. Fazem parte da História da Ciência, foram tão divulgadas que já pertencem ao domínio do senso comum e, por vezes, já nem se consegue identificar quem as originou, tal a sua popularidade.

Aqui, considera-se, porém, a Ciência dos cientistas e não a Ciência escolar ou popular. Pensa-se ser relevante a análise do papel desempenhado pela metáfora ou pela analogia na construção do conhecimento científico pelos cientistas para um enquadramento teórico e uma melhor compreensão da construção do conhecimento científico em meio escolar.

#### Panorâmica dos Estudos já Realizados

O desenvolvimento teórico, sobre este tema, foi organizado nos seguintes aspectos que se consideraram relevantes para a compreensão do papel que a

metáfora e a analogia têm desempenhado na construção do conhecimento científico.

- (i)- Controvérsias à volta da utilização da metáfora e da analogia em Ciência
- (ii)- Formas e caminhos heurísticos fornecidos pela metáfora e pela analogia em Ciência
- (iii)- Evolução do conhecimento científico, através da metáfora e da analogia
- (iv)- A metáfora e a analogia na vulgarização científica
- (v)- Limitações da utilização da metáfora e da analogia em Ciência.

### 1.1- Controvérsias à Volta da Utilização da Metáfora e da Analogia em Ciência

O uso da metáfora e da analogia em Ciência não é neutro e está imbricado nas concepções sobre a natureza da Ciência. Há atitudes completamente hostis ao uso da metáfora e da analogia e outras completamente favoráveis, passando por todos os graus intermédios. Há cientistas que fazem uso consciente da metáfora e da analogia e até as defendem como processo fundamental para o progresso do conhecimento científico. Outros, porém, levantam fortes objecções contra a linguagem metafórica, mas são traídos pelo uso que delas fazem no seu próprio discurso. Outros ainda, conscientes da metáfora e da analogia no discurso dos seus pares, que acusam, estudam ou interpretam, não têm a mesma consciência relativamente ao seu próprio campo metafórico (Ribeiro dos Santos, 1989).

Muitos autores são contra o uso de metáfora e da analogia quando usadas numa teoria científica, com base no argumento de que esta deve ser um assunto exclusivamente lógico e racional. Assim sendo qualquer boa teoria em Ciência deve ser rigorosa, literal e precisa. As teorias devem evitar as vulgaridades, as ambiguidades e os contextos vagos. Deve imperar o discurso da verdade, que é o de estrita objectividade, excluindo e até reprimindo as

intervenções da fantasia, da imaginação, as preferências e os gostos, visando criar representações universalmente válidas (Ribeiro dos Santos, 1989). O significado dos termos teóricos deve ser traduzido só por definições literais e operacionais para permitir que as teorias possam ser testadas. Estas ideias são consistentes com o objectivo atribuído à Ciência como forma de obter dados de uma forma conscienciosa e rigorosa e a uma preocupação intensa concomitante com a verificação. É assim que, por exemplo, Davidson (1972) considera que mesmo que a metáfora ou a analogia possam respeitar os dados da investigação, não são adequadas à utilização em Ciência. Como a metáfora e a analogia são plurisignificativas podem ser olhadas como verdadeiramente falsas, facto suficiente para serem recusadas pelos(as) cientistas.

Esta perspectiva advém, em última análise, das posições positivistas para as quais a Ciência consiste, exclusivamente, em explicações lógicas, leis e relações dedutivas entre conceitos e observações. Neste radicalismo do positivismo-operacionalismo é, pois, necessário desmetaforizar as teorias e eliminar o significado dito supérfluo. Isto também elimina qualquer utilidade futura que a metáfora ou a analogia possa ter. No entanto, verifica-se que alguns cientistas sociais, que são contra a utilização da LM, como Bourdieu e Touraine, são exemplos de falta de coerência porque à medida que ganham prestígio atrevem-se a publicar os seus discursos privados utilizando expressões metafóricas (Boaventura Sousa Santos, 1989).

Actualmente, verifica-se uma nova compreensão da lógica da construção do conhecimento científico, resultante das controvérsias epistemológicas sobre a transitoriedade e flexibilidade, a incerteza e a indeterminação do conhecimento, a estrutura das teorias, a relação destas com a evidência e a

verdade, o papel da observação e da experimentação, o modo de trabalho em Ciência e os processos pelos quais a Ciência se desenvolve e o conhecimento muda e progride. Contemporaneamente, os filósofos da Ciência têm dado contributos importantes para esta nova visão da construção do conhecimento científico.

Não se pretende fazer um estudo sobre a metáfora, a analogia e a Filosofia da Ciência (o que seria muito interessante mas que ultrapassa o objectivo deste estudo). Refere-se sumariamente as ideias principais dos filósofos da Ciência, que se consideraram mais relevantes, para se inferir do papel que a metáfora e a analogia podem desempenhar à luz dessas teorias na construção do conhecimento científico. Assim, Popper (1959) afirma que o conhecimento não é um conjunto estático de conclusões e generalizações, mas que o conhecimento científico é sempre hipotético, construindo-se por conjecturas e hipóteses que são criticáveis e desejavelmente refutáveis. O progresso científico é dinâmico e segue um método crítico por tentativas e percursos com meandros, pesquisando e eliminando o erro. Pode-se inferir que a metáfora e a analogia, enquanto produtos do intelecto humano e portanto pertencendo ao “mundo três” de Popper, podem, nesta perspectiva, ajudar a gerar conjecturas e refutar teorias. A metáfora ou a analogia podem mostrar os pontos onde uma teoria é falsa e aquelas em que o(a) cientista pode fazer previsões e encontrar argumentos que possam “matar” a teoria, originando novas metáforas ou analogias em que novamente as teorias sejam confrontadas pela exploração das respectivas semelhanças e diferenças. Um exemplo ilustrativo deste processo é o contributo dado pela metáfora de Lorenz das canalizações hidráulicas e o funcionamento do sistema nervoso para os actos instintivos.



Lakatos (1970) introduz o conceito de “programa(s) de investigação”, conjuntos de teorias e problemas que vão sendo trabalhados ao longo dos anos. Esses programas são constituídos por um “núcleo duro” em que as teses que o constituem são o centro do programa e o “cinturão protector” constituído por teorias periféricas, facilmente mutáveis e que não alteram o “núcleo duro”. Se alterarem as teses constituintes desse “núcleo duro” começa um novo programa de investigação. Pode-se inferir que a metáfora e a analogia podem, segundo esta perspectiva, complexificar as teorias constituintes do “cinturão protector”, alterar as relações entre o “núcleo duro” e o “cinturão protector” ou, mais radicalmente, inaugurar um novo programa de investigação, por terem posto em causa as teorias do “núcleo duro”.

Também Kuhn (1965) baseando-se numa analogia com a evolução das espécies biológicas, mudou a perspectiva corrente de que o conhecimento científico é a acumulação de descobertas e invenções individuais, defendendo que conhecimento científico se constrói por um processo a que chamou “resolução de quebra-cabeças” (“puzzle solving”). O processo científico, segundo Kuhn, desenvolve-se de um modo descontínuo através de mudanças radicais que levam a rupturas de paradigmas pré-estabelecidos constituindo a fase de “ciência revolucionária” que alterna com a fase de “ciência normal”. Nesta fase, que se pode considerar rotineira, onde os cientistas, trabalhando num determinado paradigma, vão preenchendo as lacunas e elaborando os pormenores de uma área, ampliando assim o conhecimento científico. Nesta alternância de ciência revolucionária e ciência normal, criam-se paradigmas, por vezes contraditórios, que determinam novas grelhas teóricas implicando novos conceitos e métodos para resolver os problemas relevantes. Nesta perspectiva, pode-se inferir que a metáfora e a analogia podem provocar

essas revoluções científicas ou, na fase da “ciência normal”, contribuir para preencher as lacunas do conhecimento.

Feyerabend (1975) um epistemologista de formação popperiana que desenvolveu uma visão “anarquista” e de radicalismo céptico em relação à sacralização do método em Ciência (mesmo na sua versão popperiana) defende que o progresso científico se desenvolve com a ajuda de todos os métodos e actividades não científicas como mitos, crenças, acidentes felizes, acontecimentos inesperados e hipóteses fortuitas. Nesta perspectiva é automaticamente que se pode inferir que a metáfora e a analogia podem ter ou tiveram um papel importante no desenvolvimento do conhecimento científico.

Prigogine e Stengers (1986) defendem que a Ciência não é determinista, não podendo ser onisciente havendo a necessidade de diálogo entre o conhecimento e a natureza, uma “nova aliança” dinâmica entre a Ciência e a Cultura, sendo ambas sujeitas ao factor tempo que denominam “flecha orientada do tempo”. A metáfora e a analogia trazem para o progresso científico, pelas suas características inerentes, o nível experiencial que pode ser o espelho da cultura.

Como Habermas (1971) afirma, actualmente a autoconfiança teórica desapareceu. Não se pode aceitar que o conhecimento científico seja baseado em factos que dão origem a teorias, nem é possível afirmar que observações e factos são a mesma coisa. As ideias pessoais e o conhecimento individual são pontos de partida para o conhecimento e teorizar é um processo de compreensão. Todas estas concepções abrem novos

campos à utilização da metáfora e da analogia na construção do conhecimento científico.

Deixando de inferir da função da LM na construção do conhecimento científico baseada nas teses defendidas pelos grandes filósofos da Ciência, em seguida foca-se, especificamente, a atenção nas teses defendidas pelos estudiosos da LM e a Ciência.

Hoffman (1980) afirma que a metáfora e a analogia são, elas próprias, teorias da embriogênese do conhecimento, porque no trabalho científico (experimental ou não), podem sugerir novas leis, princípios, hipóteses e previsões de fenómenos e relações causais, novas experiências, novas entidades teóricas e conceitos ou reinterpretação ou refinamento dos antigos, ou ainda atribuir sentido (“make sense of”) a fenómenos ou conceitos não observáveis, desenvolvendo novos métodos de investigação e/ou de interpretação de dados. Podem ainda sugerir novas interrelações estruturais, novos modelos ou aperfeiçoamento dos já existentes, pela semelhanças entre conceitos, ou seja, sugerir novas categorias, novas relações funcionais (quando os conceitos não podem ser traduzidos em observações), novas correspondências entre conceitos, princípios ou disposições na teoria e provocar novas observações. A metáfora e a analogia podem, assim, estabelecer novos campos conceptuais porque a diversidade de conceitos e processos que constituem um campo conceptual estão relacionados (Guttenberger, 1991). Um exemplo é o caso, discutido por Zencey (1991), da metáfora sobre o conceito da entropia, definido por Clausius, que deu um novo significado à segunda lei da termodinâmica permitindo expansões dos conceitos preexistentes, nomeadamente o conceito da conservação da

energia da primeira lei da termodinâmica (onde conservação e energia já eram conceitos pré-estabelecidos) (Levin, 1988).

A metáfora e a analogia podem ainda mostrar como uma descrição literal está errada, como por exemplo Paul Dirac, utilizando a metáfora de buracos e saltos (vetores espaciais) conseguiu interpretar a equação da mecânica quântica (grupo de vetores), levando a postular a existência de positrões, o que não tinha conseguido fazer usando a linguagem literal, para explicar a energia negativa que envolve estas partículas.

Os autores que defendem a utilização da metáfora e da analogia em Ciência advogam que estas têm o poder de proporcionar novas formas de pensamento, pois que vivemos num mundo visual muito instável em que a mínima flutuação da nossa percepção visual provoca rupturas na simetria do que vemos (Boaventura Sousa Santos, 1989). Assim, a metáfora e a analogia não funcionam só como comparações entre domínios fixos com categorizações rígidas, mas funcionam permitindo a experimentação e mudando o significado dessas categorias. Além de construir as fundações para a formação de categorias cognitivas permitem perceber, organizar, processar, memorizar percepções e informação (Jansen, 1989), verificando-se que a metáfora e a analogia usadas em Ciência têm contribuído para preencher lacunas de conhecimento, devido às diversas potencialidades que encerram, como o seu poder de previsão de relações entre novas observações (Hesse, 1962). É sua função essencial a de permitir novas maneiras de imaginar e de criar, desenvolvendo perspectivas múltiplas sobre os fenómenos (Ogborn et al., 1993). Pelas mesmas razões, Robert Oppenheimer (1956) afirmava que a metáfora e a analogia são indispensáveis e constituem um inevitável instrumento para o pensamento e progresso

científico, pois que é um constructo hipotético que reclassifica os produtos e processos científicos, vendo-os numa nova perspectiva, desenvolvendo novos pensamentos que em Ciência representam novos conhecimentos (Levin, 1988). Também Muscari (1988) afirma que a metáfora e a analogia em Ciência jogam com as categorias pré-definidas e governadas por regras e procedimentos fixos, mas permitem ao mesmo tempo que novos aspectos apareçam e se criem novos significados e esquemas cognitivos flexíveis. Em suma, a Ciência tem usado a metáfora e a analogia para conquistar, seleccionar e nomear o desconhecido. Elas têm dado poder discursivo ao conhecimento científico, dando uma nova visão do não observável, gerando o inquérito científico, providenciando formas de argumentação, tornando assim possível a comunicação científica e consequentemente o desenvolvimento da Ciência (Jansen, 1989). Ao contrário, do que é afirmado pelos positivistas, o processo científico, encarado através da utilização da metáfora e da analogia, é racional, pois que segundo Hesse (1962):

“Rationality consists in the continuous adaptation of our language to the expanding world and metaphor is one of the mean by which this rationality is accomplished” (p.177).

A metáfora e/ou a analogia pode ter força não só para inovar, alargar, complementar o conhecimento científico mas também permite penetrar em domínios ainda desconhecidos da realidade de certo modo implícitos na formulação dessa metáfora ou analogia pelo facto de formar novas representações mentais do mundo (Hesse, 1962). É um exemplo, o caso de exploração da metáfora “ uma partícula é uma onda” que recebeu pouca atenção quando foi formulada no século XIX, mas que permitiu,

posteriormente, estabelecer as bases da moderna teoria quântica (Bohm e Peat, 1989).

Boaventura Sousa Santos (1989) critica Bourdieu e Boudon que, ao se referirem às Ciências Sociais, afirmam que é preciso desconfiar da metáfora e da analogia, ainda que se mostrem adequadas, pois que correspondem a uma fase incipiente do conhecimento substituindo a explicação específica pela aparência da explicação, contrapondo, aquele autor, fazendo a transferência para as Ciências Físico-Naturais, que a metáfora e a analogia são responsáveis pelo desenvolvimento e expansão do conhecimento científico e pela inovação científica, defendendo, ainda, que o que melhor caracteriza o pensamento científico é a tensão entre a linguagem técnica e a metafórica.

Os defensores da utilização da metáfora e da analogia em Ciência baseiam-se na concepção que é necessário para a evolução da Ciência a sensibilidade, a criatividade e a imaginação que não se compadecem com altos graus de especificidade e exactidão. Através da criatividade científica as semelhanças e as diferenças da metáfora e da analogia utilizadas estão constantemente em confronto fazendo emergir novos conhecimentos, contribuindo, assim, para que a Ciência esteja em contínuo avanço. A formulação de uma metáfora ou de uma analogia é um acto de percepção criativa implicando um estado perceptivo de paixão intensa e alta energia (Bohm e Peat, 1989). De acordo com esta ideia, nos estados mais avançados do pensamento em Ciência há uma componente pessoal e emocional que ultrapassa os dados. A lógica da descoberta científica é, assim, do ponto de vista criativo, uma construção holística para a emergência de sentido e não um conjunto de deduções, induções e previsões. Nesta perspectiva, o(a) cientista não é um(a) observador(a) imparcial que decifra o significado do mundo natural e que

transmite as suas descobertas numa linguagem unívoca, mas o(a) protagonista de um processo criativo na resolução de problemas cujo processo de emergência pode ser descrito. É essa descrição que poderá ser feita através da metáfora e da analogia o que terá implicações na filosofia da Ciência. Segundo, ainda, Bohm e Peat (1989), o uso da metáfora e da analogia na investigação científica depende do estilo de vida, da personalidade e do trabalho do cientista, requerendo talento e capacidades para explorar as implicações das percepções e interrogações levantadas pela metáfora e pela analogia. Estas afirmações estão de acordo com o que Lerbet (1981) defende já que a pessoa é um sistema que funciona de uma forma global e sistémica. Jansen (1989) sublinha esta linha de pensamento ao afirmar que a metáfora e a analogia em Ciência são culturalmente intencionais e socialmente significantes.

Maslow (1969) e Kuhn (1965), entre outros, descreveram factores psicológicos e caminhos mentais personalizados no procedimento científico e na elaboração de teorias. Há metáforas e analogias que foram elaboradas pelos cientistas de uma forma única e original, como as usadas por Arquimedes e Newlands, outras foram utilizadas estando já em uso em Ciência, mas reintegradas de uma forma inovadora, como as usadas por Darwin. Noutros casos ainda, verificaram-se ambas as situações, como as metáforas usadas por Maxwell e Einstein (cf .1.3- Evolução do Conhecimento Científico).

Por vezes, os cientistas utilizaram metáforas e analogias pessoais, vendo-se como personagens das suas próprias metáforas ou analogias. É um exemplo o caso de Einstein que se visualizou a ele próprio como um passageiro montado num raio de luz, segurando um espelho na sua frente. Mostrou a relatividade dos acontecimentos ópticos, pois que não havia imagem reflectida

dele próprio no espelho, porque a luz, o espelho e o homem viajavam à mesma velocidade e na mesma direcção. Noutros casos, os cientistas, construíram o conhecimento analogamente com situações patológicas como, por exemplo, Gustav Theodor Fechner, psicofísico, que expressou a lei Fechner de relação logarítmica entre sensação e estímulo, observando a evolução da sua própria doença devido a ter estado largos períodos de tempo ao sol para estudar os efeitos posteriores na construção de imagens. Adquiriu uma doença, só podendo ver posteriormente em lugares escuros até se ir readaptando progressivamente à luz. O tempo que poderia aguentar a luz do dia ia crescendo de uma forma logarítmica. Noutros casos os cientistas utilizaram analogias baseadas em situações vivenciadas, como é o exemplo do evolucionista Alfred Russel Wallace (1880) quando estava numa ilha da Nova Guiné onde ocorrera uma epidemia. Observando a consequente luta pela sobrevivência da população, formulou, de modo independente e simultaneamente a Darwin, a teoria de selecção natural e da origem das espécies e evolução, onde os menos aptos desapareciam e os mais aptos (ou adaptáveis) sobreviveriam, melhorando as espécies. A própria epidemia serviu de fonte para a analogia que contribuiu para a formulação da sua teoria sobre o problema da evolução.

Para os defensores da metáfora e da analogia o problema do seu uso é visto também numa outra perspectiva além das já referidas. A observação e a descrição de fenómenos e conceitos científicos através da LM, serve de plataforma impulsionadora da linguagem científica, o que permite que o conhecimento progrida e ultrapasse a experiência (Hoffman, 1980). Talvez por esta razão, inquéritos aplicados a cientistas por Walkup (1965) e Roe (1951) mostraram que, no seu trabalho, estes cientistas usam, frequentemente,



imagens mentais promotoras da criatividade e que levam à construção de hipóteses e a inferências. Parece, pois, importante para a Ciência a criação dessas imagens mentais associadas ao valor icónico da metáfora (elevadores, bombas, maçãs, pianos, mapas, quebra-cabeças, cobras, jogos de cartas, árvores, bolas de bilhar, escadas, etc.).

Maxwell (1890), grande defensor do uso da metáfora em Ciência, afirmava que o progresso da Ciência não pode ser previsível ou antecipado pela lógica, encorajando o uso em Ciência de formas diversas do pensamento como a imaginação, os desenhos, os modelos e as metáforas dizendo que estas não eram só “legitimate products of Science, but capable of generating Science in turn” (p. 227). Para Maxwell, a metáfora em Ciência é um “golden mean”, um meio privilegiado de descoberta. Quando se verifica que uma metáfora ou uma analogia é incompleta podem ser modificadas, até ao ponto de gerar uma nova hipótese (Maxwell, 1890).

Como Maxwell, muitos outros e outras cientistas defenderam o uso da metáfora e da analogia como elementos de desenvolvimento do conhecimento científico. Assim, Lavoisier (1789), que se preocupou em ordenar gramaticalmente a nomenclatura em Química que continha nomes, como por exemplo, “manteifa de arsénio” “fígado de antimónio”, “sal de antimónio” (Nunes dos Santos, 1992), realçando o aspecto cognitivo, afirmava que “nós pensamos só através de palavras e modelos”, sendo estes uma expressão tangível de asserções factuais (“tangible expression of factual statements”).

Actualmente emerge um novo factor cujo impacto na mudança de perspectivas sobre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico é ainda uma incógnita. Na evolução do conhecimento científico só

recentemente, sob o ponto de vista histórico, as mulheres se dedicam à Ciência. A metáfora e a analogia em Ciência, têm sido até agora criadas por homens que utilizaram muitas vezes metáforas ou analogias patriarcais. É o caso de Bacon que define a Terra como um casamento entre a Natureza e o Homem em que este deveria dominar aquela, conforme era usual na época o homem dominar a mulher.

Surgem, agora, cientistas do sexo feminino (Sue Jansen, 1989, Margarita Levin, 1988 e Sandra Harding, 1986) que se interrogam sobre o que seria, actualmente, o pensamento em Ciência se este tivesse sido construído com metáforas ou analogias mais tácteis e menos espaciais como as que foram geradas pelos homens (no pressuposto que esta modalidade sensorial é mais marcada nos indivíduos do sexo feminino).

Keller (1983) e Haraway (1979) afirmam mesmo que é a altura das mulheres cientistas criarem as suas próprias metáforas e analogias, interrompendo e corrigindo as masculinas, dando uma nova visão do mundo de modo a fazerem “política científica de outra maneira”. Não se trata de transformar as fundações da Ciência “masculina” mas contribuir para que apareçam novas maneiras de ver o mundo, já que a objectividade científica seria uma característica patriarcal (Harding, 1986). Assim sendo seria, pois, necessário, segundo Harding (1986), fazer convergir as ideias das mulheres com as epistemologias pós-modernas que partilham:

“a deep scepticism towards universal arguments about the nature and the power of reason, scientific progress, Science and language” (p. 34).

Conjuntamente, homens e mulheres como Max Black (1962) e Mary Hesse (1962), lutam para que os filósofos da Ciência sintam a importância da metáfora e analogia para a construção do conhecimento em Ciência, defendendo que o seu uso pode dar resultados na concepção de teorias cada vez mais elaboradas, ou na escolha entre teorias ou ainda no desenvolvimento de capacidades científicas.

### 1.2- Formas e Caminhos Heurísticos Fornecidos pela Metáfora e pela Analogia em Ciência

Segundo Hoffman (1980) a metáfora e a analogia podem aparecer, em Ciência, nas seguintes formas:

- (i) *temas metafóricos* que formam a base de uma teoria, e.g. a mente vista como uma máquina (computador) numa visão mecanicista do mundo;
- (ii) *hipóteses metafóricas*, e.g. a memória actuando como um “desempilhador” (“push down stack”);
- (iii) *imagens mentais ou modelos mentais e físicos* e.g. as projecções metafóricas da realidade, modelos/conceitos que mostrem relações funcionais ou causais;
- (iv) *modelos matemáticos* e.g. equações que traduzem fenómenos científicos.

Para este autor qualquer que seja a forma que a metáfora e a analogia possam tomar em Ciência, têm sempre uma função heurística que transcende a epistémica. Isto é, quando se verifica uma grande discrepância entre os conceitos em jogo e o observável, os conceitos novos aparecem ou os conceitos existentes são modificados, através da utilização da LM, para diminuir a discrepância detectada.

Kuhn (1979), Steenburgh (1965) e Vico (1948) analisaram a metáfora e a analogia usadas em Ciência, afirmando que estas são baseadas numa imagem representativa ou numa semelhança perceptual poderosa que poderá ser o início de uma teoria, quer esta seja mais ou menos abstracta ou elaborada. Kuhn (1965), afirma que:

“the scientist perception of his environment must be re-educated in some familiar situations, he must learn to see a new gestalt” (p. 111).

Assim, a metáfora ou a analogia é necessária à Ciência, mas cognitivamente é anterior à fase científica devido aos factores psicológicos, aos factores de inferência, à formação de símbolos. A metáfora envolve simultaneamente a semelhança e a negação de dois conceitos. Começa, pois, por ser um processo intuitivo e criativo (Pollio et al., 1977, Ortony, 1975 e Schön, 1963), pré-orientando o olhar para certos objectos, definindo o significado antes que a razão actue de forma consciente e metódica, mas existindo já na fase intuitiva um pensamento profundamente amadurecido e cheio de significado no subconsciente perceptivo (Ribeiro dos Santos, 1989). Bruner (1966), por sua vez, diz que nos estados pré-científicos :

“the effort to construct a fruitful hypothesis may indeed be the place where the art of science, like all other art forms, operates by the law of economical metaphor” (p. 65).

Bohm e Peat (1989), baseados no estudo dos processos de criação de Arquimedes e Newton, descrevem as fases da construção do conhecimento em Ciência. Segundo estes autores:

“O primeiro resultado do significado interno de objectos muito diferentes é uma espécie de tensão ou vibração da mente, um alto

nível de energia em que a percepção criativa do significado da metáfora se efectua não verbalmente” (p. 50).

O pensamento científico percebe qualitativamente que esses objectos obedecem às mesmas leis, sendo sensível às diferenças, extensões e implicações implícitas na analogia ou metáfora utilizada. Por exemplo, a descoberta da gravitação universal, implicou que fosse posta em dúvida a diferença entre as matérias terrestres e não terrestres, rompendo com os conhecimentos comumente aceites durante gerações, requerendo para isso muita coragem e energia. Segue-se a matematização onde se tornam explícitas as semelhanças e usam-se, finalmente, os cálculos para sistematizar e testar a teoria com base na experiência. Passa-se, deste modo, de uma fase intuitiva para uma analítica, seguindo-se a fase reflexiva e comprovativa.

Na constituição da metáfora e da analogia em Ciência o “alvo” é baseado não só no significado do termo em linguagem vulgar, mas também na teoria. Isto quer dizer que metaforizar não pode ser olhado como um aspecto estático de teorização. É, contudo, desnecessário equacionar o facto que ninguém conhece uma teoria só na base da metaforização (Hoffman, 1980).

Segundo Dreistadt (1968), a metáfora e a analogia foram usadas de formas diversas na construção do conhecimento científico, por vezes para diferenciar o todo das partes e determinar como essas partes funcionam no todo como, por exemplo, o caso da analogia do átomo com o sistema solar. Em outros casos, analogias analíticas têm sido usadas para mostrar que há uma sequência temporal das partes para construir o todo. Noutros casos ainda, serviram para ter uma função sintética de compreensão do global como, por exemplo, a analogia, utilizada por Freud (1943) do comportamento dos

emigrantes para mostrar como a fixação e a regressão estão relacionadas entre si e com as neuroses - analogias sintéticas.

Segundo o mesmo autor (Dreistadt, 1968) e considerando que os cientistas são altamente criativos, eles/elas podem usar situações analógicas e metafóricas com fins diversos, mas geralmente para reorganizar os dados, resolverem problemas, ou darem novas perspectivas ao conhecimento já existente. Também, Hoffman (1980) e Schön (1979) reforçam esta ideia descrevendo muitos casos do uso da metáfora em estratégias de resolução de problemas.

### 1.3- Evolução do Conhecimento Científico, Através da Metáfora e da Analogia

Segundo Boaventura Sousa Santos (1989), não se podem compreender a metáfora e a analogia actualmente em uso na Ciência sem conhecer de onde é que elas provieram e porque é que outras metáforas e analogias foram rejeitadas.

Não há uma base racional para decidir se uma metáfora e analogia induz uma teoria ou não (Hoffman, 1980). Mas se deflectirmos numa perspectiva histórica resulta claro que o conhecimento científico, em qualquer área da Ciência, foi construído e desenvolvido, frequentemente, com a ajuda da metáfora e da analogia quer a nível dos produtos e processos científicos quer a nível da própria nomenclatura científica. Este facto confirma o que dizia Aristóteles, na sua Retórica, ao considerar que a metáfora, pela percepção das semelhanças e diferenças, é uma prova da agudeza de espírito que caracteriza os génios.

Como se vê, a utilização da metáfora e da analogia na evolução do conhecimento científico provem de tempos remotos. Algumas destas

utilizações são bem conhecidas como, por exemplo, a analogia utilizada por Arquimedes quando tentava resolver o problema que o rei Hiero lhe tinha posto, de saber se a coroa real era feita de ouro maciço ou continha alguma porção de prata. A solução foi encontrada quando relacionou analogamente o deslocamento da água do banho que estava a tomar com o volume do seu próprio corpo.

Vale a pena notar também que nos processos experimentais, especialmente quando os cientistas trabalham com animais de laboratório e aplicam posteriormente os resultados ao Homem, estão fundamentalmente a usar analogias segundo o conceito de Hoffman (1980).

Lexicalmente, as terminologias em Ciência são quase sempre de origem metafórica. Para comprovar esta afirmação é só necessário procurar o respectivo significado etimológico (Ganguilhem, 1979). É um bom exemplo o nome dos órgãos (em Latim, instrumento=organum) e regiões do organismo animal, como as “fossas nasais”, a “antena” (que significava, etimologicamente, o cabo longo e fino da vela latina), etc.

Como exemplificação e sem carácter exaustivo, descrevem-se algumas metáforas e analogias usadas em vários campos da Ciência, considerada esta no seu aspecto lato.\*

#### *Astronomia*

Os “buracos negros” no Universo podem ser comparados a gigantescos aspiradores, sendo a própria lexia “ buracos negros”, uma metáfora. O

---

\*Os exemplos referidos que não estão referenciados a um autor, provêm de uma recolha de informação através de conversas informais com especialistas das áreas científicas, do conhecimento pessoal, da análise de diversos manuais escolares e de literatura dispersa sobre História da Ciência.

Universo aparece como finito, mas sem fronteiras como um balão esférico de borracha. As galáxias estão do lado de fora e empurram-se umas às outras, porque a esfera celeste se está a expandir como acontece quando um balão se está a encher.

William Herschel chamou Via Láctea à nossa galáxia pela respectiva cor leitosa e pela sua forma alongada como se fosse uma estrada.

### *Biologia*

Watson e Crick usaram a metáfora de uma “dupla hélice” (escada helicoidal) para explicar a estrutura do DNA e do RNA. Mais recentemente, utilizaram um alfabeto de quatro letras para a síntese proteica. Deram o nome “mensageiro” ao RNA, constituindo um exemplo de uma nomenclatura baseada numa metáfora.

A bióloga Elie Metchnikoff, descobriu os fagócitos (glóbulos brancos), comparando a sua função de defesa contra os microorganismos com o que observou ao microscópio com as células moveis das larvas da estrela do mar. Estas dissolviam rapidamente no respectivo corpo transparente os espinhos de uma rosa postos experimentalmente à sua volta.

A noção do sistema imunitário apareceu ligado à ideia de uma barreira defensiva.

Hermann von Helmholtz desenvolveu uma teoria relativa às fibras das membranas basilares do ouvido segundo a qual estas vibravam à frequência exterior de som como cordas de uma harpa ou de um piano, e Turbayne comparou a visão com uma máquina fotográfica .



Charles Darwin (1860) usou como principal ideia, na sua teoria da origem das espécies e afinidades entre os seres vivos de uma mesma classe, a metáfora da árvore da vida onde os ramos verdes representavam as espécies existentes e os ramos secos produzidos nos anos anteriores representavam a sucessão das espécies extintas.

Para explicar a dominância de algumas espécies sobre as outras e a dispersão biogeográfica, Darwin chamou às espécies do Norte “fluxo de águas vivas”. Esta metáfora não reflecte só a relação entre o conceito de selecção natural e a dispersão biogeográfica, mas reflecte também, porventura, o sistema social da época onde existia o colonialismo e a dominância da “raça” branca (Craw, Page, 1989).

Wallace, na sua teoria explicativa da evolução, defendia que havia regiões centrais de onde tinham irradiado todas as espécies. Chamou-lhes “teatros da evolução” e que posteriormente foram chamados “grandes contentores”.

#### *Panbiogeografia*

A teoria de Croizat explicativa da simetria existente entre a distribuição dos seres vivos e a estrutura tectónica da Terra baseada nos princípios “a Terra e a Vida evoluem conjuntamente”, “a Natureza repete-se sempre” foi estruturada à volta da metáfora “a Vida é uma camada geológica”. Esta teoria é compatível com a teoria ecológica de Lovelock e Margulis (1987) que defendem o equilíbrio entre a Vida e os sistemas físicos e químicos do mundo não vivo (Craw, Page, 1989).

#### *Neurociência*

O cérebro aparece, frequentemente, ligado à noção de contentor ou de computador, funcionando mecanicamente e analogamente a uma máquina.

sendo, conforme os contextos, definida metaforicamente a mente como fechada, vazia, aberta, iluminada, estreita, aguçada, ordenada, penetrante, metódica, a chave de uma fechadura, um armazém de imagens vividas, um écran, um quadro de mudança e até uma lata de desperdícios e a memória como uma tábua rasa, um dicionário, um armazém etc.

A teoria de Wolfgang Kohler sobre campos eléctricos do cérebro é análoga à mesma teoria da Química e da Física.

Pribram (1971), estudando a memória, formulou a teoria que a memória e as associações de ideias funcionam como hologramas, porque a memória individualizada parece ser armazenada num locus neuronal individual.

Norbert Wiener, Gray Walter e W. S. McCulloch (1950) usaram a analogia do funcionamento da televisão para explicar alguns processos que ocorrem no cérebro. As ondas alfa são o ritmo normal do cortex visual, servindo este como um écran da TV. As ondas levam ao cérebro as imagens como os sinais codificados da TV. Outras áreas corticais descodificadoras actuam como receptores dos sinais TV (Dreistadt, 1968).

#### *Bioquímica*

Paulo Ehrlich, fundador da moderna quimioterapia, descobriu o efeito de certas substâncias químicas, como os componentes com arsénico, que atingiam só algumas células e as outras não, comparando-os com a actuação dos tira-nódoas ou balas mágicas (Dreistadt, 1968)..

#### *Geologia*

A hipótese de Hess para a interpretação da expansão oceânica, onde os continentes seriam transportados como se estivessem numa tela transportadora devido aos movimentos de convecção, foi explicada em termos

metafóricos onde os continentes solidários dos oceanos seriam igualmente levados sobre o dorso das correntes, como se fossem num tapete rolante. Devido à escassez dos dados e pela explicação metafórica utilizada, Hesse chamou à sua hipótese Geopoesia (Dercourt e Paquet, 1986).

### *Química*

O modelo cinestético dos gases foi baseado na analogia do salto das bolas de bilhar, chocando umas com as outras.

O modelo do átomo de Bohr e Rutherford é apresentado como um pequeno sistema solar.

Dmitri Mendeleev (1869), descobriu a lei periódica e construiu a tabela periódica dos elementos, usando a analogia entre um baralho de cartas de jogar e os 63 cartões onde escreveu os nomes e as propriedades dos elementos e os juntou sequencialmente conforme os pesos atômicos iam crescendo. Já anteriormente, John A. R. Newlands tinha descoberto a lei dos oitavas comparando os elementos químicos com um piano com as suas 88 notas divididas em períodos de 8 oitavas. Os elementos deveriam ser separados de 8 em 8 porque o oitavo elemento tinha alguma semelhança com o primeiro.

Frederico Augusto Kekulé mostrou a importância da estrutura molecular na química orgânica, descobrindo o anel do benzeno, representando-o em forma hexagonal. Desenvolveu a sua teoria baseando-se na analogia com um anel ou cadeia fechada.

### *Física*

A teoria da propagação do som apareceu analogamente como a ondulação da água num lago, quando se atira uma pedra.

A corrente eléctrica apareceu explicada por analogia com a corrente hidráulica.

A noção de relatividade da atracção gravitacional é devida à refracção do espaço. É explicada como uma analogia bi-dimensional: o espaço é como uma folha coberta de borracha que é arqueada em diferentes níveis, conforme os objectos colocados nela. Posteriormente, foi generalizada para um modelo tri-dimensional.

É bem conhecida a descoberta da gravitação universal por Isaac Newton a partir da queda de uma maçã, e a analogia é extrapolada para a atracção entre a Terra e a Lua onde a força gravitacional daquela mantém o satélite à sua volta.

Newton no seu livro: “Uma nova teoria de luz e cor” escreveu que na passagem dos raios luminosos através de um prisma estes sofrem um desvio, como se fosse uma bola de ténis batida por uma raqueta em posição oblíqua.

Lord Kelvin usou a metáfora da dança das moléculas para explicar as linhas de força no magnetismo (Dreistadt, 1968).

Michael Faraday comparou a ocorrência da condução eléctrica com partículas que se tocavam e tinham volume, ou que as partículas eram centros de força com “atmosfera” de energia sugerindo que a matéria era contínua. Esta metáfora, levou Faraday às noções de campo e fluído “elástico”.

Robert Oppenheimer (1956) desenvolveu a teoria das ondas sonoras comparando-as com a periodicidade das ondas do mar. A partir desta analogia os(as) cientistas tentaram desenvolver outras teorias, como o

paralelismo entre as ondas luminosas e as sonoras, sendo ambas consideradas ondas materiais, ondas luminosas e ondas do mar considerando aqui as ondas luminosas como entidades físicas reais. Em cada um destes casos foi necessário encontrar as respectivas limitações da metáfora e analogia para preservar as ideias correctas fornecidas por esta mesma metáfora e analogia.

James Clerck Maxwell (1890), no artigo “on physical lines of force”, construiu a sua teoria electromagnética em analogia com os acontecimentos eléctricos e magnéticos (atração magnética e indução electromagnética). Idealizou cilindros rodando à mesma velocidade, na mesma direcção, sem contacto directo porque tinham filas de pequenas esferas a separá-los como uma camada de bolas de bilhar, que funcionariam como partículas de transmissão do movimento, produzindo uma corrente eléctrica. Explicou, assim, como modificações magnéticas produzem corrente eléctrica.

Niels Bohr afirmou que a ideia da complementaridade em Física lhe apareceu sob a forma metafórica em que ninguém podia conhecer o outro simultaneamente à luz do amor e da justiça.

Maria Goeppert-Mayer, Nobel da Física em 1963, para explicar à filha a relação spin-órbita (modelo nuclear) utilizou a seguinte metáfora: Numa sala cheia de pessoas dançando a valsa, cada par de bailarinos move-se em círculo à volta da sala. Cada círculo engloba um outro (cada círculo corresponde a um nível de energia). Além disto, cada par gira sobre si mesmo como se fosse um pião. Todos os bailarinos efectuam a trajectória num dado sentido, por exemplo, o dos ponteiros do relógio e, simultaneamente, outros rodam no sentido contrário. Estes últimos dansarão com maior dificuldade do

que os restantes. Explicou, assim, a sequência dos níveis de energia a serem preenchidos pelas partículas constituintes do núcleo do átomo (Nunes dos Santos).

É famoso o raciocínio analógico baseado na analogia utilizada por Einstein, do elevador caindo de um arranha-céus, onde entretanto, os físicos iam fazendo experiências como a de deitar uma moeda ao ar e esta não cair no chão, porque caía com o elevador e com os homens à mesma velocidade. O elevador transformou-se, assim, num sistema inerte. Imaginou uma outra situação onde, utilizando ainda um elevador, havia agora um cabo que o empurrava com uma velocidade cada vez maior. Os homens dentro desse elevador sentiriam os pés fortemente agarrados ao chão e não podiam saltar, as moedas cairiam rapidamente ao chão. Estes acontecimentos imaginários seriam análogos a acontecimentos reais e formulam o princípio da equivalência e da inércia.

#### *Matemática*

A extensão de  $N$  para  $Z$ ,  $Q$  e  $R$  podem ser consideradas como metáforas baseadas no conceito de encaixar. Os números podem ser entendíveis como metafóricos, falando-se em números negativos, racionais, imaginários e complexos. (Guttenberger, 1991). Símbolos, gráficos e diagramas são representações metafóricas da experiência humana traduzidas matematicamente (Clement, 1989, Kaput, 1979). Quando se resolve problemas escritos por palavras, as equações correspondentes tornam-se em metáforas de situações reais. Em Geometria Analítica representa-se pares ordenados de números reais em pontos do plano. Plano, nesta situação torna-se metafórico (Guttenberger, 1991). Também é metafórico quando em

Matemática se refere a triângulos esféricos, a planos complexos, à geometria diferencial, a equações lineares e a números quadrados (Pimm, 1988).

Giordano Cardano criou os números imaginários, modificando toda a matemática existente. Desde a infância sofria de alucinações confundindo o mundo real com o imaginário. Tratou analogamente equações com números imaginários como se fossem números reais (Hoffman, 1980).

A Geometria está repleta de metáforas e de analogias onde as montanhas servem de analogia para a altura de um triângulo, e um campo de futebol ou um compartimento servem analogamente para o cálculo das áreas de um rectângulo e de um quadrado, respectivamente (Matos, 1992). A criação do conceito de espaços fibrados foi baseada numa analogia onde o espaço era visualizado como um ouriço cujos espinhos estavam em relação uns com os outros.

### *História*

É da cultura geral saber que houve a “longa e negra noite medieval” e o “século das luzes”. A nomenclatura das épocas históricas são essencialmente metafóricas como o Renascimento ou o Iluminismo assim como os cognomes dos reis. A época dos descobrimentos foi rica em analogias no baptismo das novas terras, sendo um facto histórico a mudança do nome do mesmo cabo passando “das Tormentas” para o “da Boa Esperança”, quando se tornou previsível a possibilidade de alcançar a Índia por via marítima.

### *Psicologia*

A teoria de campo de Kurt Lewin é na generalidade muito análoga à teoria do campo em física, à geometria não euclidiana e a um ramo da Matemática: a Topologia.

Em Psicologia experimental, a nomenclatura para descrever os fenómenos cognitivos é, essencialmente, metafórica. Por exemplo, as imagens mentais são descritas como desenhos, pinturas, mundos, filmes e podem ser fragmentadas, vividas, focadas, etc. As ideias são concebidas, nascidas, alimentadas, iluminadas ou iluminantes, avançadas, consistentes, esburacadas. Podem ser atacadas, capturadas, destruídas ou demolidas (Roediger, 1980).

Jean Piaget usou também analogias baseadas na teoria de grupo em Matemática, desenvolvida por Galois, para explicar as condições para as operações de inteligência, agrupando-as em grupos como a combinação, a reversibilidade, a associação, a identidade e a tautologia.

William McDougall, psicólogo, usou a metáfora dos fundamentos hidráulicos para explicar a teoria da inibição do condicionamento de Pavlov e outros fenómenos neuronais, pela drenagem do sistema nervoso (quando alguém fecha a torneira, menos água sai das torneiras causando inibição).

No século XVII, Julius de La Mettrie ao tentar construir um modelo explicativo para o comportamento humano utilizou a metáfora “o corpo humano é um relógio”, traduzindo uma perspectiva mecanicista.

#### *Psicanálise*

Sigmund Freud (1943), utilizou o conceito físico de sublimação. Os termos como catarse, anticatarse, hipercatarse que desenvolveu na sua teoria psicanalítica provêm de metáforas eléctricas. O conceito de censura dos



sonhos provém da analogia com um vigilante ("watchman"). Quando afirmou que os sonhos são escritos pictográficos e que apresentam as mesmas dificuldades para decifrar como os antigos hieróglifos, está a usar também uma analogia. Para a sua teoria da compreensibilidade da neurose, e da relação entre regressão e fixação baseou-se na metáfora do comportamento dos emigrantes que ao partirem têm de abandonar muitas coisas e pessoas. Quando encontram um inimigo mais forte ou são derrotados, naturalmente voltam para o sítio de onde partiram, ou quanto mais coisas e pessoas abandonarem, mais estão em perigo de serem derrotados. Freud utilizou também metáforas explicadas por outras metáforas, como por exemplo, explicando mitos como sonhos e usando mitos para compreensão dos sonhos.

#### *Ciências da Comunicação*

No seu léxico, estão cheias de metáforas e de analogias. Assim, existe o conceito de ruído e de canal, podendo ser a comunicação capturada, forçada, vazia, burilada, perdida, canalizada, agressiva, leve ou carregada, etc.

#### *Inteligência Artificial*

A metáfora e a analogia são utilizadas, frequentemente, por engenheiros de informática e fisiologistas do cérebro. Por um lado, as "faculdades" de um computador são análogas à do cérebro e, por outro lado, o cérebro funciona como um computador. Assim, os(as) cientistas que se dedicam ao estudo da inteligência artificial tentam criar computadores com mecanismos de memória cada vez mais interactivos, que aprendem com os seus erros e até que pensem criativamente, imaginando que os fenómenos cognitivos possam ser reduzidos a software retomando as perspectivas mecanicistas de Descartes e de Newton. (Jansen, 1989). Os fisiologistas do cérebro tentam explicar a memória, quer humana, quer dos outros animais em termos de circuitos

fechados com mudanças químicas, aprendendo para se adaptar ao meio por retroacção (“feed-back”), sendo a motivação um restabelecimento de um estado seguro.

#### 1.4- A Metáfora, a Analogia e a Vulgarização Científica

A metáfora e analogia em Ciência não servem só para a investigação, criação ou descoberta científicas. Tem também um papel importante na vulgarização científica, no modo de construir um conhecimento público, de democratizar o conhecimento de modo a torná-lo compreensível e contribuindo para o desenvolvimento de uma cultura científica que deve ser património de todos.

O incremento da vulgarização científica e o interesse despertado que se observou nas últimas décadas implicou a necessidade de reactivar o uso da metáfora e analogia. A vulgarização, normalmente, é feita pelos próprios cientistas que transformam o conhecimento proveniente das suas investigações em formas simples, compreendidas facilmente pelos não cientistas, dando-lhes um carácter descritivo, explicativo e ilustrativo.

Outro aspecto relaciona-se com a familiarização da nomenclatura normalmente utilizada em Ciência. Por exemplo, para descrever a célula bacteriana, Jacobi (1986) descreveu-a como uma fábrica química em miniatura. Muitas outras metáforas e analogias são utilizadas na divulgação científica como as mencionadas por Ogborn et al. (1993): “ um vírus é um intruso invisível”, “ os raios X são luz invisível”, “ uma mutação é um erro ortográfico”, “um gene é uma página de um manual de instruções”, “o dióxido de carbono é uma estufa na atmosfera” ou “a gravidade é um empurrão invisível”.

### 1.5- Limitações da Utilização da Metáfora e da Analogia em Ciência

A filósofa, Mary Hesse (1962) usou a metáfora e a analogia como meios de analisar a história da Física, chamando a atenção para os perigos das mesmas de modo a evitar que se tornem dogmáticas e impeçam o desenvolvimento do conhecimento científico.

Segundo Jansen (1989) embora a metáfora e a analogia em Ciência não sejam irracionais nem quixotescas, também não são benignas. As metáforas científicas podem mudar o mundo, porque interagem com a natureza dos fenómenos. O simples nomear das coisas da natureza afecta o modo como a tratamos, por exemplo, se considerarmos a Terra como uma mãe viva e sensível, então é eticamente errado destruí-la. Se a consideramos como uma máquina, como na perspectiva newtoniana, então a Terra pode ser usada como um artefacto do homem podendo ser, por exemplo, comercializada (Jansen, 1989).

Mesmo os apologistas do uso da metáfora e analogia em Ciência encontram algumas limitações como, por exemplo, o facto de poderem dar um falso sentido de compreensão, e.g. a frase “as células podem sentir as toxinas”, pode sugerir um nexo de causa-efeito ou relação teleological (Hoffman, 1980).

Outra limitação é o ser possível, pela utilização da metáfora ou da analogia em Ciência, realçar certos aspectos evitando que outras questões importantes apareçam. Por outras palavras, uma teoria pode requerer um certo número de conceitos e a metáfora e analogia só sugerirem um desses conceitos. Outra limitação que pode surgir é o facto da metáfora e da analogia esconderem a “verdade” por serem tão persuasivas, ou por serem tão subtis que se tornam

irreconhecíveis como metáfora e analogia, adquirindo desta feita, o estatuto de mitos (Hoffman, 1980 e Berggren, 1963).

Dependendo da função que uma mesma metáfora ou analogia desempenhe estas podem ser adequadas ou, pelo contrário, interferirem negativamente com o desenvolvimento do conhecimento. Um destes casos refere-se ao conceito de “processamento da informação” podendo a metáfora de preenchimento de um armário ou de uma máquina de escrever ser utilizada de uma forma incorrecta interferindo negativamente com o desenvolvimento do conhecimento (Hoffman, 1980).

Por vezes, há confusões da metáfora com a própria teoria (Hemple, 1965), como aconteceu com o físico William Thomson (1884), que é citado por Hemple, como um exemplo deste facto, quando afirmou que “If I could built a model I could understand and have a theory” (pp. 131-132). Físicos modernos, entre os quais Feynman, são da mesma opinião.

A metáfora e a analogia podem, também, confundir sugerindo um atributo ou entidade não correctamente, e.g.. a noção de “Spin”, que é uma palavra relativa a um atributo que descreve o momentum angular das partículas. “Spin” não se refere a momentum ou rotação ou velocidade. A confusão provém do facto de uma partícula elementar na mecânica quântica não ser uma partícula no sentido espacial. Outro exemplo, é a definição das partículas “quarks”, sendo algumas apelidadas como coloridas, terem encanto ou serem estranhas. “Quarks” aparecem, também, inexplicavelmente limitados como se estivessem “contidos num saco”, como algumas teorias as descrevem (Hoffman, 1980).

Muscari (1988), chama a atenção para o facto da metáfora e da analogia poderem perder a elasticidade e significado científico, para ganhar um estatuto técnico:

“Strongly through with a progressive loss of virility as a figure of speech, a metaphor becomes not less but more like literal truth gaining a technical coinage” (p. 426).

Como exemplo, podemos citar os casos da corrente eléctrica ou dos mensageiros químicos.

Gaston Bachelard (1976) vê nas metáforas, pela sua subjectividade inerente, a possibilidade destas se transformarem num obstáculo epistemológico, determinando factores que afectam o conhecimento científico desviando-o das teorias e dos seus conteúdos racionais. No entanto, na sua obra “A Psicanálise do Fogo” faz o reconhecimento dos factores de índole afectiva que afectam as teorias científicas e a sua objectividade, afirmando que:

“Il faut que chacun appris à s’enfuir de la rigidité des routines de l’esprit qui sont formées avec la proximité des expériences familiales” (pp. 16-17).

Como antídoto contra as limitações referidas e devido ao facto que a metáfora ou a analogia podem conduzir a diferentes significados, as teorias em Ciência baseadas na metáfora ou na analogia deverão ser testadas nos seus múltiplos significados (Hoffman, 1980). Este facto leva a um desenvolvimento da teoria, melhor ainda se esta for pouco conhecida, contribuindo deste modo para o desenvolvimento do conhecimento científico. Um dos exemplos apresentados por este autor é dado pelo físico van der Waals que testou a hipótese baseada na analogia em que as partículas de gás funcionavam como bolas de bilhar

que batiam umas contra as outras, gerando calor e pressão, refutando assim a teoria cinética dos gases já existente. Daqui surgiu a experimentação que deu origem ao conhecimento da velocidade de difusão e expansão dos gases, a lei dos gases “ideais” e suas exceções e pode ter dado origem aos conhecimentos sobre viscosidade. É um exemplo em que a metáfora e analogia tiveram fecundidade heurística, ao conferirem ordem, coerência e harmonia aos conhecimentos já existentes em Ciência.

Em síntese:

Seja qual for o objectivo com que se use a metáfora e analogia em Ciência e tendo em conta as inúmeras definições de metáfora, a que melhor se ajusta à metáfora em Ciência é aquela que segue a tradição da definição de Richards (1936), em que os termos interactuam e são compreendidos em conjunto, para permitir a descoberta de novos significados, a que Hoffman (1980) chama percepção das propriedades semelhantes. Metaforizar em Ciência é um longo processo. Os temas metafóricos vivem muito tempo, pois precisam de ser testados, clarificados e definidas as suas implicações e limitações. Não é um simples reconhecimento de anomalias, pois que os (as) cientistas tentam tirar sentido das coisas anómalas. A anomalia não está ligada à metáfora ou à sua constituição semântica, mas vêm *a posteriori* quando se torna anómala em relação a factos e observações que não são explicados pela teoria que a metáfora e analogia procura explicitar. Por consequência, o uso da metáfora e analogia em Ciência não é um estudo de anomalia semântica. A metáfora e analogia são importantes para teorizar, ou podem ser parte de uma teoria em que a fonte da metáfora e/ou analogia interactua com a própria teoria.

É necessário ter uma atitude crítica perante a linguagem metafórica, estar consciente que a adopção de uma metáfora e de uma analogia pode alterar as atitudes perante (e o conteúdo de) uma ideia. É necessário aprender a viver com as imagens do pensamento sem ser dominado por elas, mas aproveitando o seu potencial heurístico.

Muitas questões se levantam acerca da utilização da metáfora e da analogia em Ciência: Como é que diferentes tipos da metáfora e da analogia em Ciência desenvolvem o conhecimento científico? Em que casos servirá a metáfora e a analogia para a respectiva função em Ciência? Qual a natureza da metáfora e da analogia que melhor faz compreender uma teoria? Como é que as metáforas científicas de domínios separados se distinguem com o respectivo tema e como é realizada a redefinição do conceito dessa teoria? Como podem os cognitivistas explicar os aspectos da metaforização em Ciência como o trabalho mental inconsciente que resulta na criação de novos significados? (Hoffman, 1980).

## 2- A METÁFORA, A ANALOGIA E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

Quando a falta de correspondência entre os conceitos e a observação é grande, aparecem novos conceitos ou os conceitos antigos são reformulados para vencer as discrepâncias que aparecem. Como já foi referido anteriormente, a metáfora e a analogia possuem a capacidade de fazer sobressair esta falta de correspondência. Esta é uma função heurística da metáfora que excede a função epistémica. Esta função heurística tem enormes implicações educativas na aprendizagem das ciências, numa perspectiva de aprendizagem activa. É necessário, por um lado, permitir aos alunos a reorganização da informação para alterar as suas categorias preexistentes ou

encontrar novos “gestalts”. Por outro lado, proporcionar-lhes ocasiões de encontrarem o seu modo de pensar desenvolvendo estruturas organizacionais e criativas que, juntamente com a memória, vão afectar a aprendizagem e orientar significativamente o pensamento (Parrott e Stongmank, 1985 e Bromage et al., 1981). A metáfora e a analogia podem contribuir para este processo fornecendo uma ponte mediadora entre o que pode ser uma informação discreta e não conexcionada com outras informações já existentes. Isto permitirá libertar os alunos para pensarem por eles próprios, estimulando a imaginação e o pensamento pela incerteza ocasional, tornando-os intelectualmente seguros num mundo embuído de dúvidas e onde as certezas são provisórias (Geller, 1984, Reynolds e Schwartz, 1983 e Verbrugge e Mc Carrell, 1977).

Embora não haja estudos empíricos suficientes que permitam testar a eficácia da metáfora e da analogia na apropriação pelos indivíduos dos conceitos e conhecimentos novos (Pecker, 1979), as investigações sobre o ponto de vista educativo parecem validar a eficácia do uso da metáfora e da analogia na aprendizagem da Ciência.

### 2.1- A Metáfora, a Analogia e a Linguagem Científica

A aprendizagem das ciências na sala de aula ocorre quase exclusivamente através da linguagem verbal quer esta se apresente na forma escrita, quer na forma oral. A linguagem é, essencial para clarificar, inferir, comparar, testar, observar, prever, diferenciar, etc. É, também, uma forma de adquirir uma educação científica pela compreensão do mundo da Ciência e da comunicação existente nesse mesmo mundo.



A linguagem científica tem particularidades específicas e merece em Educação em Ciência, uma particular atenção pois que interfere com a compreensão de conceitos científicos. Linguagem e Ciência estão, por conseguinte, intimamente ligadas, tal como afirmava Lavoisier em 1789, não se poderá desenvolver a Ciência sem se desenvolver a linguagem e, portanto, linguagem e Ciência estão intimamente ligadas à Educação em Ciência. Parte-se do pressuposto teórico que a linguagem científica desenvolve o pensamento científico e com a complexificação deste desenvolve-se essa mesma linguagem científica. Considera-se, pois, que há uma correspondência biunívoca e interactiva entre o pensamento e a linguagem. Através das palavras, na aprendizagem da Ciência, os alunos conceptualizam e estabelecem ligações entre os conceitos. A linguagem do aluno transforma-se, assim, num valioso instrumento de desenvolvimento dos processos cognitivos e orienta a construção do próprio conhecimento.

A linguagem da Ciência tem a sua própria estrutura, regras e excepções. No entanto, muitas das dificuldades com a linguagem científica na escola estão ligadas com a aceitação de estereótipos da linguagem, que são opostos aos da experiência e aos da linguagem vulgar. A linguagem usada pelos professores e pelos manuais escolares faz, frequentemente, da aprendizagem científica uma experiência incompreensível para os alunos. Este tipo de linguagem usa uma terminologia, possui uma estrutura semântica e gramatical e um significado conceptual diferenciado da linguagem vulgar o que a afasta do uso coloquial. Para se compreender a Ciência é necessário um conhecimento da linguagem científica, não só no que respeita ao seu vocabulário, mas também ao seu processo de pensamento. Conhecer a linguagem científica ajuda a compreender os conceitos científicos, porque as

terminologias, vocabulário e linguagem específica, ajudam a comunicação entre os conceitos (Geller, 1984). Assim, a linguagem científica pode ser uma via privilegiada e específica de evolução cognitiva .

Com o extraordinário aumento do conhecimento científico verificado neste século, a terminologia em Ciência aumentou também extraordinariamente e o problema da aprendizagem da linguagem científica tem-se vindo a tornar cada vez mais relevante, pelos problemas que levanta e que não se podem restringir à comunicação, embora se saiba que o conhecimento ou desconhecimento da linguagem científica pode facilitá-la ou impedi-la.

Há problemas específicos relacionados com a linguagem científica e a investigação neste campo dá ênfase à relação da linguagem com a aprendizagem da Ciência, sendo assim possível tomar consciência do papel importante que a linguagem joga no sucesso ou insucesso das aprendizagens científicas. Parece que as palavras mais necessárias para a aprendizagem das relações conceptuais abstractas em Ciência são aquelas que, adicionalmente, os alunos têm mais dificuldade em compreender. Pressupõe-se que a investigação sobre o ensino da Ciência através da linguagem e mais especificamente da linguagem metafórica melhorará o processo de aprendizagem, pois que a linguagem pode ser uma via privilegiada de actuação na estrutura cognitiva do aluno e um modo de explorar didacticamente o meio cultural do aluno.

### Panorâmica dos estudos já realizados

Da literatura existente sobre a linguagem científica, podem-se inferir as seguintes linhas de investigação:

- (i)- Aspecto denotativo e conotativo da linguagem científica
- (ii)- Significado da linguagem científica
- (iii)- O vocabulário
- (iv)- Palavras de ligação. Itens gramaticais lógicos

#### 2.1.1- Aspecto Denotativo e Conotativo da Linguagem Científica

No estudo da linguagem é útil distinguir, segundo Mills (1956), os aspectos denotativo duma palavra (como esta se define) e o conotativo (as suas múltiplas associações de sentido). Este último aspecto é na linguagem vulgar, o que faz escolher uma palavra em vez de outra, e o que faz diferir a linguagem de uma pessoa para outra pessoa. Em Ciência pretende-se retirar a ênfase no aspecto conotativo da linguagem e centrá-la na linguagem no seu aspecto denotativo com a finalidade de atingir a objectividade com um mínimo de ambiguidade (Raad, 1989). Uma das maneiras mais usadas é inventar palavras novas geralmente derivadas do grego ou do latim ou ainda seleccioná-las, normalmente por analogia, do vocabulário vulgar dando-lhe um significado novo e preciso. A metáfora e a analogia podem fornecer os recursos próprios da linguagem facilitando aproximações contextuais a novos significados em Ciência. No entanto, o professor na aula, para ligar estas palavras à vida, necessita, por vezes, de as traduzir em palavras da vida corrente.

A importância em separar o aspecto denotativo do conotativo, com a preocupação da obtenção da objectividade, levou a uma escrita científica

despersonalizada e estereotipada, característica dos relatórios científicos. Na aprendizagem formal em Ciência esta preocupação traduziu-se numa quebra de criatividade e de espontaneidade, escondendo do aluno todo o processo de expressão própria para que só apareçam os resultados e os factos observados.

A precisão científica da linguagem é um objectivo importante em toda a aprendizagem científica. Contudo, esta precisão não pode ser atingida sem que o aluno compreenda, para si próprio, o significado das palavras, pense nesse significado e no que a ele está associado. Se se centrar o ensino da Ciência nos termos e na nomenclatura nova, os alunos podem ter a cabeça “cheia” de novos nomes, mas não estarem certos do que esses nomes querem dizer ou de onde vêm. Ao explorar apenas o aspecto denotativo da linguagem científica o professor corre o risco dos seus alunos isolarem na sua cabeça, nomes e termos desfasados da globalidade do contexto. A utilização da metáfora e da analogia pode, por conseguinte, estabelecer uma ponte entre a linguagem pessoal e a linguagem científica.

#### 2.1.2- Significado da Linguagem Científica

Desde sempre os filósofos se preocuparam com o problema de como as palavras adquirem significado e sentido.

O desenvolvimento da linguagem em Ciência envolve, também, mudança no significado dos nomes. A linguagem científica, como qualquer outro tipo de linguagem individual e social, é parte de uma actividade, em que cada indivíduo integra as palavras, dá-lhes significado e as usa de forma individual. Cada pessoa tem uma forma específica de se exprimir, e os próprios termos científicos têm, também, a sua própria história, adquirindo significado diferente

ao longo dos tempos. A linguagem científica tal como toda a linguagem, não é estática. O desenvolvimento e evolução do significado da terminologia em Ciência é simbolizado, por exemplo, com o termo “átomo” que foi utilizado neste estudo. Este termo evoluiu de significado conforme evoluiu a teoria atômica e subatômica. O que começou como uma ideia filosófica dos Gregos, inclui, actualmente, características de movimento, massa, cargas eléctricas, luz e energia até à descoberta da existência física das partículas subatómicas. A evolução histórica do significado de uma palavra pode, também, encontrar-se na palavra “elemento” que para Aristóteles, ou para Lavoisier, tem significado diferente. Poder-se-ia referir esta evolução de significado para muitas outras palavras que denominam conceitos científicos.

Em Ciência, e na aprendizagem da Ciência, certas palavras não podem ganhar significado tão facilmente como as palavras do quotidiano, porque têm significado específico que não pode ser resultado da observação ou da experiência pessoal. Como muitas outras palavras, “vitaminas”, “genes” e “aspirina”, por exemplo, levaram décadas a serem introduzidos na linguagem vulgar.

Outra dificuldade importante na aprendizagem da Ciência, ligada ao significado das frases científicas, referida por Maskill (1988), está relacionada com as implicações causais que podem ser interpretadas como discurso vulgar devido à ocorrência de erros de lógica num contexto desconhecido, e.g. a frase “todos os metais são condutores da electricidade” pode também ser interpretada da seguinte forma: “se uma substância é condutora da electricidade então deve ser um metal”. Se o contexto fosse conhecido tal erro de lógica já não ocorreria, por exemplo, na frase “todos os jogadores profissionais de futebol são bons atletas” ninguém interpretaria que “todos os

bons atletas são jogadores profissionais de futebol”. Uma segunda dificuldade do mesmo tipo verifica-se quando os alunos interpretam uma relação causal quando esta não existe, e.g. na frase “o diamante é uma estrutura cristalina embora não seja iónica” pode ser interpretada como “ o diamante é cristalino porque é iónico”.

Apresenta-se, a seguir, uma taxionomia, segundo categorias representativas de palavras em Ciência, com crescente nível de abstracção. Esta taxionomia, segundo níveis de abstracção, elaborada por Wellington (1983), pode ser útil para a explicação das dificuldades no ensino/aprendizagem da Ciência, relacionadas com o desenvolvimento cognitivo, e funcionar como um guia para ajuda aos professores na detecção dos problemas apresentados pelos alunos na compreensibilidade da linguagem científica.

No 1º nível englobam-se os nomes novos dados a fenómenos familiares ou não familiares e a identificação de objectos concretos e.g. “tíbia”, “traqueia”, “bico Bussen”, “citoplasma”, “pólen”, “saliva”, etc.

No 2º nível englobam-se as palavras ligadas a processos científicos e.g. “combustão”, “fotossíntese”, etc. Estes processos ou os seus efeitos podem ser visíveis.

No 3º nível, que representa a área mais difícil de aprendizagem, englobam-se palavras ligadas a conceitos e.g. “energia”, “pressão”. Podem estar ligados a conceitos sensoriais e.g. “calor”. Mais complicado ainda pela confusão que geram, existem palavras que são semelhantes tanto em linguagem científica como em linguagem vulgar e ligadas, por sua vez, a conceitos que têm significados diferentes na vida quotidiana e na Ciência, e.g. “trabalho” e “força”.

Neste caso, o professor tem de anular o sentido comum e substituí-lo pelo significado científico apropriado.

No 4º nível podem colocar-se as abstrações como as dos conceitos de átomo e de electrão.

Um grande objectivo da linguagem científica é ajudar os alunos a compreender os esquemas conceptuais\* que os cientistas desenvolveram ou desenvolvem. .

Um aspecto importante de fazer Ciência, tanto para cientistas como para alunos, está associado à capacidade de adquirir, interpretar e integrar informação nova. Este objectivo só pode ser atingido através da activação de mecanismos intelectuais de construção do conhecimento por parte do aluno, o que não acontece, frequentemente, nas aulas de ciências. Um estudo desenvolvido por Sutton (1979) mostrou que os professores de ciências, de vários níveis de ensino, é que detinham o maior tempo de utilização da linguagem na sala de aula utilizando-a para diversas funções, nomeadamente controlo, supervisão, informação, apoio individual, discussão, leitura e escrita. Este tempo aumentava ainda com os anos de escolaridade. O tempo dedicado pelo professor à informação ia aumentando assim como o tempo destinado a actividades de leitura e de escrita. Consequentemente, o tempo dedicado ao apoio individual ao aluno ia diminuindo. Por outro lado, o tempo dedicado à linguagem, por parte dos alunos, era dispendido para ouvir, observar, chamar o professor, fazer actividades, discutir com o professor e com colegas, escrever e ler. A actividade de ouvir era, sem sombra de dúvida, aquela que ocupava o

---

\*O termo “esquema conceptual” significa um grupo de conceitos mais ou menos complexos e organizados numa forma padronizada e.g. o conceito de evolução que engloba muitos conceitos como mutação, variação, sedimentação, etc

maior tempo dos alunos na sala de aula, indo ainda este tempo aumentando com os anos de escolaridade. Este estudo demonstrou que na sala de aula de ciências, as interacções estavam centradas no professor reservando-se para os alunos uma actividade passiva quanto ao modo de usarem ou receberem a linguagem. Poder-se-á, então, inferir que o objectivo a atingir seria que os alunos observassem ou memorizassem a informação, pois que não se criava na sala de aula um ambiente interactivo que encorajasse uma vasta gama de formas de utilização da linguagem, que propiciassem um processamento mais elaborado da informação recebida.

Ogunniyi (1984) reforçou as conclusões do estudo de Sutton afirmando que os professores de ciências, participantes das suas investigações, dispendiam em média 2/3 das aulas em instrução verbal. Os alunos ouviam e registavam. Os professores utilizavam o diálogo mas faziam mais questões que os alunos. Estas questões eram sobretudo de natureza factual. É, pois, de esperar que o ensino das ciências, desenvolvido desta forma tradicional, não promova capacidades cognitivas requeridas para uma educação científica adequada. Não se conhecem estudos sistematizados da realidade portuguesa sobre este assunto, mas pela experiência pessoal de supervisão de aulas de ciências, estas conclusões poderiam bem ser aplicadas ao contexto educativo das nossas salas de aula.

Actualmente, a informação científica ultrapassa a que é trabalhada na Escola, podendo vir de fontes tão diversificadas como dos “mass media”, dos manuais, dos jornais, das revistas, dos livros de divulgação, das experiências, do trabalho laboratorial, dos textos, dos gráficos, das tabelas, dos programas de computador, da observação de filmes, do vídeo, das conferências, das entrevistas, ou ainda, das conversas informais com pessoas de fora e do



interior da Escola. A forma e a qualidade dessa informação proveniente destas fontes diversas leva os alunos a desenvolver tarefas complicadas de análise e de síntese da informação, que não é acompanhada, normalmente, na Escola, e que tem subjacente um domínio da linguagem científica. Se esta não é conhecida ou compreendida, leva ao afastamento do conhecimento científico o que poderá resultar numa iliteracia científica por parte do aluno.

Da experiência que se viveu como professora, sabe-se que existem problemas que a maioria dos alunos têm de enfrentar no uso da linguagem científica nas aulas de ciências, tais como: saber exactamente o que é a tarefa; saber para quem é dirigido o trabalho que estão a fazer, ou seja, o que é que o professor quer e aceita. Será que quer o conhecimento criativo ou o repetitivo?; saber escolher a informação principal; saber concluir a tarefa; saber a utilidade do que estão a fazer; não conhecer a nomenclatura; não saber interpretar o discurso científico; não saber expor ideias sistematicamente e organizadamente (Oliveira, 1991).

Verifica-se na prática do ensino das ciências que os alunos, por vezes, não respondem a questões, embora saibam os conceitos envolvidos nessas questões, por não saberem traduzir em tarefas concretas de aprendizagem os verbos instrucionais utilizados nestas questões. Que é que o professor quer que o aluno faça, quando diz "compara, infere, prova, avalia"? É essencial, pois, que os professores se perguntem: (i) até que ponto é que a minha linguagem/linguagem científica precisa de ser "traduzida"?; (ii) até que ponto a estruturação da linguagem utilizada facilita/inibe a aprendizagem da Ciência?; (iii) até que ponto é que a linguagem científica desenvolve o pensamento abstracto? (Oliveira, 1991).

### 2.1.3- O Vocabulário na Aprendizagem da Ciência

Na aprendizagem da Ciência providenciar, somente, vocabulário é redutor e limitativo, uma vez que o conhecimento da terminologia é considerado o de mais baixo nível, fazendo parte do conhecimento factual. No entanto, a aprendizagem da terminologia é uma aprendizagem fundamental porque o desenvolvimento da linguagem científica, e do necessário vocabulário, está intimamente ligado ao desenvolvimento dos conceitos científicos (Yager, 1983), razão pela qual, o professor deve usar linguagem claramente perceptível pelos alunos, com correção científica, mas não hermética. A introdução de novas palavras, palavras chave, ou conceitos, deve ser feita cuidadosamente, e explicado os respectivos significados para que todos compreendam o que se está a referir.

Qualquer disciplina de ciências necessita de um vocabulário básico e a maneira de o adquirir torna-se de grande importância para a educação científica. A aquisição da terminologia em Ciência causa problemas especiais associados, por exemplo, ao número de palavras novas. Com o desenvolvimento do conhecimento científico que caracteriza o nosso tempo, o número de palavras para denominar conceitos, processos ou fenómenos científicos aumentou de uma forma exponencial. É, assim, necessário criar ou reciclar as palavras já existentes. Pode-se considerar que a linguagem científica constitui uma segunda língua, porque implica a aquisição de um tão vasto conjunto de novos termos como os que os alunos encontram ao estudar uma língua estrangeira, com a dificuldade adicional de esses novos termos estarem ligados a conceitos detalhados, precisos e desconhecidos.

Podemos identificar três áreas principais de dificuldade associadas à aquisição de vocabulário em Ciência:

1) Reconhecimento de termos técnicos

Um termo técnico é uma palavra ou frase que quando usada no contexto duma disciplina determinada tem um significado específico (Evans, 1974). Podem-se nomear algumas dificuldades que derivam daqui: (i) como os homónimos - palavras que têm a mesma forma mas que referem significados diferentes, e.g. “seta” em Botânica refere-se a um constituinte dos musgos, e em Zoologia a cerdas; ou “maxila” - que significa os órgãos bucais de um insecto, ou um osso da parte facial dum vertebrado (Evans, 1974). A situação complica-se quando uma mesma expressão se aplica a novas estruturas, e.g. “homólogos”, em Anatomia Comparada são órgãos que ocorrem em espécies diferentes, com estruturas e desenvolvimentos semelhantes, e provavelmente provém da mesma forma ancestral, mas, em Citologia, refere-se a cromossomas que contêm uma série de genes na mesma ordem linear. Em ambos os casos, ao utilizar a palavra “homólogos” encontra-se uma relação de semelhança mas, no 1º caso e no 2º caso, esta escolha do nome “homólogos” poderá ter tido razões diferentes relacionadas respectivamente com a dispersão das espécies ou com a constituição (Evans, 1974); (ii) ao descobrir novos organismos ou processos que exigem novos nomes os cientistas adoptam nomenclatura já existente, e.g. “tarso”, “traqueia”, “torax” e muitos outros nomes, podem ser aplicados a insectos ou a mamíferos, mas em cada um deles os termos têm duas conotações diferentes; (iii) da mesma maneira se põe o problema entre a linguagem vulgar e o vocabulário técnico, principalmente se este provém de uma língua estrangeira. Um estudo realizado por Gabriela Ribeiro et al. (1990) mostrou que as dificuldades dos alunos na aprendizagem da Química,

nomeadamente no significado das palavras “reacção” e “espontâneo”, provinham da transferência do significado na linguagem vulgar para a linguagem científica.

Outra dificuldade está relacionada com a existência de nomes técnicos que não o parecem ser, e cujo reconhecimento é difícil de se fazer. Havendo várias possibilidades: (i) nomes vulgares que têm outro significado no contexto científico, e.g. “vida”, “fruto”, “sal”, etc.; (ii) nomes científicos divulgados e popularizados, tornando-se de emprego vulgar, e.g. “ambiente”, “trombose”, “órbita”, etc.; (iii) nomes científicos usados em linguagem vulgar com significado diferente do científico, e.g. “atomístico”, “osmose”, “espectro”, “alergia ao trabalho”, “espectáculo eléctrico”, “a química das relações pessoais”, etc.

## 2) Derivação

Pela junção de um prefixo ou sufixo a uma palavra base forma-se uma nova palavra que representa uma adição ao vocabulário técnico, ou então ao aparecimento de um novo significado que pode ser deduzido duma forma errónea, por inferência, e.g. “derme” e “hipoderme” são duas expressões diferentes, ou como outro exemplo, “respirar” é um nome comum que todo o aluno sabe o que significa; consequentemente, o conceito de respiração pode ser erroneamente inferido.

## 3) Aprendizagem do vocabulário

Na aprendizagem em ciência tem importância relevante a escolha da estratégia que visa a aquisição de novo vocabulário através de actividade intelectual por parte do aluno.

Em Ciência, as categorias em que o vocabulário é apresentado são variadas. Existem muitos nomes agrupados, como “respiração celular” (em Biologia), e segundo os resultados dos estudos de Raad (1989), muitos dos termos científicos são substantivos, verbos e adjectivos (ocorrência que obedece a uma ordem decrescente).

A análise da categorização da terminologia é uma forma de adquirir informação nova. Levar os alunos a classificá-la, segundo diferentes critérios, pode ajudar a aprendizagem: (i) constituindo partes do discurso (substantivos, etc.); (ii) analisando a derivação e a relação com diferentes assuntos; (iii) fazendo o reconhecimento de palavras vulgares com significado técnico ou de palavras técnicas com significado vulgar.

A comparação de textos é uma possibilidade de estratégia didáctica a utilizar. Outras possibilidades serão: (i) fazer com que os alunos explorem o discurso oralmente de diferentes formas (entrevistas, testes associativos, inquéritos, mapas semânticos, jogos de palavras); (ii) utilizar diverso material escrito (manuais de vários autores, livros de referência, enciclopédias, dicionários de especialidade, guias de trabalhos práticos, livros, revistas de divulgação, fotografias, desenhos, diagramas, jornais, revistas profissionais de Ciência; (iii) utilizar a própria investigação dos alunos (registos gravados por diferentes alunos e diferentes professores, diferentes escritas pelos alunos, partilha do que se leu ou ouviu); (iv) utilizar materiais audiovisuais e computacionais; (v) ou utilizar todas estas actividades articuladas (Oliveira, 1993).

Em qualquer destas actividades didácticas tem de se dar relevância à preparação do material didáctico apropriado.

De tudo o que foi explicitado, deve-se concluir da necessidade de simplificar e operacionalizar os termos científicos, de modo que a informação pretendida seja compreendida por todos os alunos, através do domínio do mesmo código linguístico.

#### 2.1.4- Palavras de Ligação - Itens Gramaticais Lógicos

Em Ciência usa-se frequentemente pequenas palavras de ligação entre frases, ou palavras com um significado próprio, que implica um tipo de pensamento, e que se traduz em dificuldades adicionais de aprendizagem para os alunos de ciências, e.g. *Se... então...; Se e só se...; Mesmo que...; Neste caso... então...; Por outro lado...; Além de...; Então...; Também...; etc.* (Gardner, 1979). Os advérbios “*inversamente*” ou “*reciprocamente*” são geralmente interpretados pelos alunos como a conjunção causal “porque”. A relação biunívoca estabelecida é interpretada como se fosse causal (Healy, 1986).

Não se pode confundir este tipo de palavras de ligação com outros que também servem como ligação entre frases ou palavras, mas não envolvem regras conceptuais fundamentais no raciocínio científico. e.g. *com, como, de*.

A investigação destas pequenas palavras, conjunção, preposição ou locução conjuncional (itens gramaticais lógicos) tem sido objecto de investigação por parte dos psicólogos cognitivos (Bruner, 1966) pelos psicólogos de escola piagetiana, linguistas (Barnes, 1971) e sociólogos (Bernstein, 1974).

Os primeiros chamam a atenção para o facto da aprendizagem científica estar condicionada pela dificuldades que os alunos têm com regras conceptuais de disjunção e conjunção, negação e disjunção exclusiva e com as frases condicionais e bicondicionais (e.g. *se e só se*). Bruner (1965) defende que os

alunos devem falar e exprimir-se verbalmente por várias formas, pois é importante para a aprendizagem a escolha das palavras e estas são diferentes se são utilizadas só para a compreensão do que é dito, ou para serem mesmo utilizadas. No discurso verbal, quando se fala, tem de se seleccionar e organizar logicamente a sequência de ideias de modo a poder relatá-las. Os Piagetianos estudam a compreensão destas palavras (conjunções, advérbios, preposições, etc.) no processo de desenvolvimento do pensamento lógico, avaliando a capacidade dos jovens lidarem com regras lógicas de modo a atingirem o pensamento formal. Os psicolinguistas preocupam-se em estudar os processos de compreensão e os modos de aquisição do vocabulário, das estruturas sintácticas e semânticas, o uso dos níveis da língua (formal, informal) e ainda os processos de raciocínio subjacentes ao desenvolvimento da linguagem. Barnes (1971) afirma que por vezes é difícil separar a aprendizagem conceptual da aprendizagem do uso da linguagem que inclui os conceitos ou processos aprendidos. Parte do pressuposto que a linguagem, veículo de comunicação e conhecimento, é o maior meio de aprendizagem e que o uso da linguagem pelos alunos é influenciado pelo uso da linguagem dos professores. Chama a atenção para o “verbalismo vazio” onde se repetem ideias, conceitos e teorias parecendo que se compreende mas, na realidade, não se questiona a compreensão pessoal. Bernstein (1974), nos seus estudos sobre a utilização dos códigos linguísticos, afirmou que as classes sociais altas e médias empregam mais conjunções e advérbios (e.g. *então, também, como*) que as classes sociais mais desfavorecidas, o que poderia levar os alunos destas classes a maiores dificuldades na aprendizagem científica.

De qualquer perspectiva que se considere, podemos afirmar que as frases, construídas com este tipo de palavras poderão implicar dificuldades

suplementares de aprendizagem científica a determinados grupos de jovens, pois que implicam competências cognitivas já elevadas, nomeadamente ligar frases simples de modo a formar uma frase de sentido lógico complexo.

O conhecimento e o uso das conjunções por parte de crianças entre os 7 e os 12 anos, foi objecto de análise por parte de Flores d'Arcais (1980). Numa série de estudos foi investigado o conhecimento do uso de termos relacionais utilizados na frase para introdução dos conceitos de razão, causa, intenção, resultado e tempo.

O autor avaliou a compreensão de duas orações semelhantes diferindo apenas na conjunção utilizada (e.g. *porque* ou *portanto*, *porque* ou *a fim de*, *antes que* ou *portanto*). Os resultados demonstraram que os sujeitos tiveram dificuldade em distinguir os sentidos subjacentes a cada uma das conjunções, interpretando as frases como sinónimas, apesar das oposições contidas nos respectivos pares de conjunções utilizadas. Flores d'Arcais (1980) concluiu ainda que a compreensão das significações das várias conjunções é um processo gradual e evolutivo, no qual algumas conjunções, ou locuções conjuncionais, são compreendidas antes de outras, sendo as conclusivas (*portanto* e *por conseguinte*) compreendidas antes das temporais (*antes que* ou *enquanto*).

Num estudo recente realizado no contexto escolar português (Cabral de Sousa, 1994), envolvendo 412 alunos, do 7º ano de escolaridade, com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos, foi avaliada a competência metalinguística desses alunos. Nos testes construídos para o efeito foram incluídos grupos de três frases que diferiam apenas na preposição, conjunção ou locução conjuncional nelas utilizada (*assim/mas/todavia*; *se bem que/ainda*



*que/a não ser que; enquanto/uma vez que/já que*). Os resultados demonstraram que 60% dos alunos apresentavam dificuldades em compreender a oposição de significação introduzida na frase por conjunções, preposições ou locuções conjuncionais.

Em síntese:

De tudo o que foi afirmado pode concluir-se que o conhecimento do significado da linguagem utilizada em Ciência é essencial e básico para o sucesso da aprendizagem nas áreas científicas, pois que condiciona o desenvolvimento conceptual. além de contribuir para a construção da cultura científica. Por sua vez, a linguagem científica, por si própria, tem especificidade em relação à linguagem vulgar e quotidiana e está ligada ao desenvolvimento cognitivo o que poderá indiciar uma limitação ao sucesso da aprendizagem da Ciência pelos alunos. Para se potencializar a utilização da linguagem científica na aprendizagem esta deve ser aplicada activamente em actividades didácticas e não ser utilizada passivamente pelos alunos como uma tarefa de memorização.

A tendência generalizada de ir diminuindo o tempo deixado ao aluno para utilizar a linguagem conforme o nível de escolaridade o que implica o aumento do tempo do professor, terá de ser combatida.

É, pois, didacticamente importante a investigação sobre a problemática da linguagem científica e a construção conceptual pelos alunos.

## 2.2- A Metáfora, a Analogia e os Modelos em Ciência e na Aprendizagem da Ciência

Em Ciência, e na aprendizagem da Ciência, recorre-se a modelos que são representações de ideias que, como acontece com todos os símbolos, precisam ser interpretados. Todos os campos do saber em Ciência utilizam modelos, embora a estrutura metodológica da Física e da Química, da Geologia e da Biologia seja diferente, o que implica metodologias de investigação diferentes. Nomeadamente, na investigação em Biologia, é mais corrente o estudo do caso e nas outras ciências convencionais são mais correntes as metodologias experimentais (Honey, 1988).

Defende-se aqui a perspectiva que muitos destes modelos são metáforas científicas, quer se apresentem numa forma física, quer conceptual (imagens mentais) que tornam familiar o desconhecido e em que existe um conjunto de relações, interactivas e complexas, que implica a mobilização das mesmas competências e dos mesmos processos metacognitivos, caracterizando um determinado sistema de ideias.

### Panorâmica dos Estudos já Realizados

Da literatura existente sobre a metáfora, a analogia e os modelos, podem-se inferir as seguintes linhas de investigação:

- (i)- Definições de modelo
- (ii)- Potencialidades dos modelos
- (iii)- Limitações dos modelos em Ciência
- (iv)- Os modelos na aprendizagem da Ciência

Faz-se, em seguida, uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes vários campos.

### 2.2.1- Definições de Modelo em Ciência

Considera-se um modelo como uma metáfora científica (King, 1991). Baseamo-nos na definição de modelo de Clement (1989):

“Scientific model will refer to a cognitive structure, where the subject believes that the model situation is analogous to the target situation (...) to use the model to predict or account for observation made in the target (...) they are distinguished theoretically from root facts ou procedures is by virtue of having a richer set of being an interconnections within their structure as opposed to being a collection of independent facts” (p. 349).

que simultaneamente é uma definição de metáfora:

“some real or imagined thing or process which behavies similarity to some other thing or process, or in some others ways that is behavior is similar to it” (p. 342 ).

Considera-se uma metáfora científica (modelo) não só a usada para explicar um conceito, teoria, fenómeno ou metodologia em Ciência, como é explicitado por Hoffman (1982), mas também aquela que tem uma função especulativa para previsão, actuando como uma fonte de hipóteses, generalização e avaliação desse mesmo conceito, teoria, fenómeno ou metodologia (Ogborn e Martins, 1994). Estes autores afirmam referindo-se aos modelos:

“They were more like the groundwork of thought acting as a source of ideas and questions and as providing criteria against which to judge or question an idea” (p. 3).

Assim, a função dos modelos (metáforas científicas) pode ser a de descrever, explicar ou prever comportamentos, interpretar fenómenos e gerar hipóteses. Os modelos têm, assim, uma função heurística.

No entanto, nem todos os autores identificam modelos com metáforas científicas. Para Nathan Dickmeyer (1989), modelos são baseados ou derivados das metáforas sendo ambos simplificações de sistemas complexos, havendo na metáfora certas características que não são contempladas de uma forma aleatória, diferindo dos modelos porque nestes há uma escolha deliberada das variáveis a realçar e suas relações.

#### 2.2.2- Potencialidades dos Modelos

Dickmeyer (1989) afirma que a investigação, a descoberta ou a construção de teorias, é um processo de construção de modelos, ou seja, a testagem de hipóteses de uma teoria permite-nos associar um conjunto de variáveis com outro conjunto e integrá-las num modelo para compreender melhor as interacções que se formam. Depois, este modelo deve ser constantemente desenvolvido, testado, desfeito e ampliado. Este autor é da opinião que qualquer investigação deve começar pelo conhecimento dos modelos desenvolvidos até aí para a situação a investigar, mostrando o que se aprendeu com cada um deles. Defende o uso de:

“multiple lenses to help us examine the world with models to make us ever more sophisticated observers” (p. 153).

Althussen (1974) mostrou que a investigação científica opera numa tripla transformação do real, quando utiliza um modelo: (i) pela existência material de um objecto que substitui a experiência; (ii) pelas técnicas de validação para

pôr em causa as etapas do método científico; (iii) enfim, a investigação interroga continuamente a objectividade do conhecimento científico, questionando as teorias e preferindo os modelos. Assim, com esta trilogia, Althussen (1974) propõe substituir a tematização tradicional da sequência atribuída à investigação científica - objecto - método - teoria - experiência - técnica - modelo, justificando que a Ciência é idealista e não materialista, portanto não deve partir dos objectos mas da experiência que é muito mais complexa, embora esta possa ser decomposta em parâmetros observáveis. Considera que uma só variável pode ser pertinente para descrever uma mudança.

Segundo Walton (1978) os modelos não são mais que hipóteses, sistemas explicativos, onde relações estreitas e consistentes se revelam. É um trabalho criador ligado a um trabalho narrativo. Os modelos são verdadeiros actores personificados com mérito ou culpabilidade. Para Forcese e Richer (1973) e Harré (1972) os modelos providenciam os conhecimentos que são os ingredientes das teorias em Ciência. Para John Clement (1989) os modelos não são sínteses de observações empíricas, mas invenções que possibilitam o aparecimento de novas teorias, imagens e dados ou que aprofundem o conhecimento e, por isso, podem estimular uma nova visão de uma teoria. Podem permitir que o(a) cientista veja o fenómeno de uma nova maneira que estaria escondida na situação alvo. No entanto, Teresa Ambrósio (1988) chama a atenção para o facto que:

“o conhecimento transcende os modelos, os métodos visto que ele não é apenas fruto de dedução, leitura lógica de resultados reforçada por meios instrumentais” (p. 8).

Maria Arcá (1987) afirma que o desenvolvimento do conhecimento científico se baseia na incessante estruturação e desestruturação dos modelos em Ciência ou, como diz Clement (1989), numa série de sucessivos refinamentos, porque o modelo deve estar sempre sujeito a questionamento, não podendo, nunca, ser considerado a “pura verdade”. As novas informações precisam de ser interpretadas e integradas no modelo, o que conduz a novas investigações. Um modelo, segundo Arcá, deve funcionar como um filtro, um intermediário entre as estruturas de interpretação e a multiplicidade dos factos. Deve escolher, seleccionar certos aspectos particulares de realidade, segundo critérios bem definidos, coordená-los no espaço e no tempo, organizá-los em sucessões e correlações de funcionamento, interpretá-los segundo um esquema comum e pôr em evidência a dinâmica entre os dados da experiência individual ou social e as respectivas representações. Não é uma cópia da realidade, mas sim um operador relativo da realidade que não explicita todas as características dessa mesma realidade, mas focaliza a atenção nas relações particulares que estão relacionadas directamente com o objectivo da reconstrução cognitiva dos fenómenos. É uma reconstrução cognitiva pela procura do isomorfismo entre modelo e factos, levando a destruir e a construir novamente esse modelo. O modelo é, portanto, um poderoso instrumento cognitivo que permite prever estruturas da realidade que não são imediatamente evidentes. É um comportamento de “bricolage” cognitiva, visando criar representações integradas cada vez melhor nos factos e nos fenómenos. Em consequência, há que pôr em funcionamento mecanismos mentais de esquematização, de analogia e de inferência.

Maria Arcá (1987) classifica os modelos em Ciência consoante as funções que desempenham em: (i) *espaciais* - que organizam um espaço concreto ou

abstracto, as formas e as posições relativas aos elementos e às estruturas dos sistemas; (ii) *temporais* - que organizam sincronicamente o espaço das representações atribuindo um significado diacrónico; (iii) *funcionais* - que ligam numa dimensão abstracta e que ultrapassa e organiza o espaço e o tempo, os diferentes mas interrelacionados modelos subestruturais capazes de explicar e relacionar os fenómenos que não são conhecidos, mas que se supõem que se relacionam; (iv) *experimentais* - que reconstroem só em parte os aspectos dos fenómenos, utilizando as experimentações.

Para Max Black (1962) um modelo é uma representação simplificada dum fenómeno que foca a atenção em aspectos específicos e por isso facilita a inquirição científica, o “inquiry” científico. Classificou os modelos em vários tipos, a que chamou de escala (ou icónicos), análogos, matemáticos, teóricos (ou arquétipos).

(i) Os modelos de *escala ou icónicos* preservam as proporções relativas do objecto, sistema ou processo real. São construídos com uma finalidade específica, como uma fiel representação da realidade, pelo menos no aspecto que se quer evidenciar, havendo, pois, só uma identidade parcial com a realidade que se pretende realçar. As interpretações e inferências a partir deste tipo de modelo devem ser validadas no original. Constituem exemplos deste tipo de modelos, os usados na Biologia ou na Medicina como representações das partes anatómicas; (ii) Os modelos *análogos* partilham com o original um conjunto de características com a mesma estrutura (atributos) ou um padrão de relações; (iii) Os modelos *matemáticos* são aqueles que podem ser resumidos ou representados por uma equação em que cada símbolo corresponde a um conceito definido no original. Estes modelos podem ser mais abstractos, mas também mais simples, pois permitem

a manipulação de fenómenos complexos de modo a estes serem rapidamente explorados e compreendidos; (iv) Os modelos *teóricos ou arquétipos* correspondem à representação de um fenómeno de forma concreta. São imaginados facilmente e quem usa estes modelos deve ter uma inspiração intuitiva das suas possibilidades, sugerindo especulações possíveis explicativas do fenómeno original. No entanto, este tipo de modelos podem não ser construídos no momento da utilização, mas podem ser explorados os já existentes. Uma abordagem a estes modelos pode começar por uma analogia “como se fosse” ou por uma metáfora “como é”. Um exemplo do primeiro caso é: “os campos magnéticos são como linhas de força que juntassem os pólos norte e sul”; no segundo caso dir-se-ia: “um campo magnético consiste em linhas de força que ligam os pólos norte e sul” (Gilbert, 1980).

Harré (1972) distingue, como Black (1962), os modelos físicos onde inclui os modelos mecânicos e os de escala, os modelos análogos e os modelos teóricos. Os modelos teóricos podem incluir hipóteses que necessitem ser testadas. São constructos mentais. Este autor classifica os modelos em: (i) homeomorfos - que são baseados no objecto original do estudo e podem ser aumentados ou diminuídos mantendo as proporções; (ii) paremorfos - aqueles que são baseados em algo inteiramente diferente do objecto de estudo. Clement (1989) propôs uma sequência de fases de construção de modelos em Ciência. Partindo de (i) observações iniciais de analogias ou modelos já existentes, (ii) constrói-se um modelo inicial que (iii) se analisa racionalmente (iv) e se testa empiricamente. O modelo inicial pode, então, ser aceite, rejeitado ou modificado e ser construído um outro modelo que passará



novamente pelas fases descritas. A avaliação é muito importante, pois leva o (a) cientista a aumentar ou diminuir a aceitação de uma teoria.

### 2.2.3- Limitações dos Modelos em Ciência

É importante não esquecer as limitações dos modelos, embora em Ciência estes apresentem grandes potencialidades. Assim, segundo Harré (1985), citado por Harvey, o uso de modelos em Ciência pode impedir a expressão e extensão do conhecimento do mundo e a capacidade de fazer inferências.

Uma outra dificuldade está ligada à construção e ao uso do modelo para um fenómeno ainda desconhecido no início da investigação, sendo esse modelo modificado, posteriormente, de uma forma profunda, devido a novas descobertas. Apesar disso, por vezes, é o modelo inicial que é utilizado para explicar o fenómeno, esquecendo o conhecimento posterior à construção do modelo inicial. Considere-se, por exemplo, o modelo inicial da biossíntese das proteínas, em que o ARN se apresenta atravessando simplesmente a membrana nuclear e, replicando-se no exterior do núcleo, escamoteia o facto que o ARN mensageiro é construído a partir de bases azotadas que provêm do meio extra-celular (Develay, 1987). É, assim, difícil abandonar um modelo, mesmo quando se sabe da existência de anomalias entre o modelo e o fenómeno.

Em Biologia é corrente atribuir características humanas a outros animais para explicar o seu comportamento e vice-versa, o que pode impedir que certas variáveis características de cada espécie não sejam tomadas em conta (Honey, 1988). Considerando ainda a Biologia, um animal pode ser considerado como o modelo de uma espécie ou família, esquecendo os outros representantes, por exemplo, os anelídeos são normalmente representados

pelos vermes, esquecendo-se, por exemplo, as poliquetas. Também a extrapolação de modelos dos animais para as plantas pode causar más interpretações como, por exemplo, o modelo de reprodução nos animais, que inclui a mutação genética, enquanto nas plantas inclui mais frequentemente a poliplóidia e a hibridação (Honey, 1988).

Apesar destas limitações, o uso dos modelos em Ciência como elementos construtores do conhecimento são defendidos por vários autores, tendo como base diferentes campos de análise.

#### 2.2.4- Os Modelos na Aprendizagem da Ciência

Aprender através da construção de modelos é muito importante em Educação em Ciência, mas esta tese ainda não está bem desenvolvida e compreendida em termos de investigação. É pouco conhecido como os alunos conceptualizam a natureza dos modelos, ou seja, para que é que servem, como e por quem foram construídos, em que condições podem ser mudados, e o que é que representam (Smith, 1991).

A classificação de modelos é, por vezes, difícil de se fazer em Ciência e na aprendizagem da Ciência, mas essas classificações são importantes porque requerem extrapolações, interpretações e generalizações diferentes, o que implica transformações cognitivas e metodologias de utilização também diferentes, conforme os objectivos pretendidos. O uso de modelos na aprendizagem afecta a compreensão e a aprendizagem das diferentes áreas científicas (Osborne e Gilbert, 1980). Os modelos no ensino-aprendizagem da Ciência são tão importantes que Gilbert (1980) define Educação em Ciência como o processo de construir modelos conceptuais. Segundo estes autores, aprender a construir e a compreender um modelo em Educação em Ciência

significa aprender a jogar conjuntamente com: (i) a categoria dos factos e dos objectos que se vão estudar; (ii) as representações que existem; (iii) as estratégias de construção e de comparação entre (i) e (ii) ou entre (i), (ii) e (iii).

A diferença essencial entre os factos, objectos ou fenómenos e os seus modelos é a existência pessoal de diferentes representações esquemáticas do mesmo facto, objecto ou fenómeno (Gagliandi, 1987). Isto tem consequências na aprendizagem da Ciência, pois que há necessidade de abordar os factos, objectos e fenómenos já familiares aos alunos, evidenciando a esquematização e utilizando todos os códigos simbólicos disponíveis para que os alunos possam construir os seus próprios modelos. Os alunos aprendem através de modelos por um processo de construção interno, activo e crítico e não por uma transmissão passiva de conhecimento.

Walton (1978) defendeu a utilização de modelos aplicados à Educação em Ciência afirmando que os modelos são ajudas ao processo de ensino-aprendizagem de imenso valor, pois que fazem a ponte entre o pensamento formal e o concreto. O modelo, especialmente o modelo físico, representa uma ideia abstracta, mas é, em si, concreto. Modelos são (re) descrições simples e fortes da realidade. Permitem, dentro da realidade escolar, jogos do “como se” e uma familiarização com o pensamento por modelos e as ambivalências da História da Ciência.

A utilização dos modelos na aprendizagem leva os alunos a “verem” os fenómenos que não são percebidos directamente e a situações experimentais que os levam, segundo, Honey (1988), “to wear scientist’s conceptual spectacles” (p. 298). Grosslight et al. (1991) num estudo recente identificou três níveis de compreensibilidade dos modelos pelos alunos. No primeiro nível são

considerados os protótipos ou cópias da realidade. Num segundo nível há uma compreensão que há um objectivo que orienta a construção do modelo. Num terceiro nível os alunos já compreendem que o modelo foi construído para desenvolver e testar ideias, não é neutro e é influenciado pelas ideias de quem o constrói podendo ser manipulado e submetido a testes.

Mayer (1989), definindo a compreensão como a capacidade de um aluno criativamente usar a informação para a transferir para a resolução de problemas, defende que os modelos conceptuais ajudam os alunos a resolver problemas e a compreender as explicações científicas. Define um modelo conceptual como sendo constituído por palavras ou diagramas que pretendem ajudar o aluno a construir modelos mentais de um sistema, realçando as características, as acções e as relações causais desse sistema. Baseia-se no estudo de autores que concluíram que os modelos conceptuais têm por base a transferência analógica (Hayes e Henke, 1986, Curtis e Reigeluth, 1984, Gentner e Gentner, 1983, DeKlee e Brown, 1981 e Royer e Cable, 1976).

Dickmeyer (1989) demonstrou o valor do uso de modelos em Educação. Para este autor, os modelos são vistos como instrumentos de enorme valor didáctico, sendo usados quando é muito complicado, caro, perigoso ou inconveniente trabalhar com o próprio fenómeno. Para simplificar situações complexas, os modelos permitem o estudo de cada uma das características de um fenómeno. No entanto, esta é uma perspectiva funcionalista da utilização dos modelos, não considerando o desenvolvimento dos aspectos cognitivos.

Um estudo experimental, conduzido por Ingham e Gilbert (1991), levou a concluir que os alunos de Química das escolas secundárias, onde o estudo foi

conduzido, utilizam os modelos em Ciência, baseados nas seguintes concepções:

I - objectivos pessoais: (i) o modelo é um sistema auto-consistente que corresponde à realidade; (ii) o modelo é uma forma de explicar e justificar uma teoria; (iii) o modelo é uma ligação entre os níveis micro e macro;

II - objectivos com os outros: (i) o modelo é uma forma de obter a compreensibilidade; (ii) o modelo é uma forma de obter uma compreensão comum; (iii) o modelo é uma forma de provocar interesse e o envolvimento dos outros num determinado fenómeno.

Deasutels e Lauzon (1987), nos seus estudos experimentais, pediram aos alunos para construir modelos apresentando-lhes uma situação enigmática no campo da Ciência. Concluíram da importância desses modelos, para os alunos, na tomada de consciência dos limites inerentes a todo o processo de produção do conhecimento em Ciência, nomeadamente da característica tautológica das explicações científicas e da possibilidade de construção de vários modelos para explicar um mesmo fenómeno.

Pode-se perguntar o que constitui um bom modelo em Educação em Ciência. Mayer (1989) afirma que um bom modelo tem que ser: (i) *completo* ("complete") - contém todas as partes, estados ou acções essenciais do sistema, assim como as relações essenciais entre elas para que o aluno seja capaz de "ver" como o sistema funciona; (ii) *conciso* ("concise") - apresenta os detalhes apropriados aos alunos; (iii) *coerente* ("coherent") - constitui um sistema lógico de interacção entre as partes; (iv) *concreto* ("concrete") - possui nível de familiaridade; (v) *conceptual* ("conceptual") - baseia-se em material potencialmente significativo; (vi) *correcto* ("correct") - corresponde aos

conhecimentos actuais; (vii) *cuidado* ("considerate") - apresenta nomenclatura e organização apropriada ao aluno.

Os modelos em educação, segundo Gilbert (1980), são utilizados de três formas diferentes: (i) para transferir a experiência directa da realidade, para o conhecimento de uma teoria, usando a criatividade; (ii) para comunicar ideias aos outros; (iii) para apresentar e explorar os modelos usados pelos (pelas) cientistas.

Independentemente da sua classificação, como são usados didacticamente no ensino das ciências, os modelos, na sala de aula?

Segundo Gilbert (1980), o que se passa no uso dos modelos no ensino das ciências é que os(as) professores(as) não os usam como instrumentos heurísticos, não tendo em consideração as capacidades que podem ser desenvolvidas nos alunos, pelo ensino das ciências, através da construção e avaliação de modelos. Como Clement (1989) constata, há uma ausência geral, no ensino das ciências, do uso correcto dos modelos e do conhecimento da teoria dos modelos. Este facto leva a que nas aulas não se desenvolvam actividades de construção de modelos pelos alunos e não se faça a avaliação das previsões que esses modelos geram. Por outro lado, há uma discrepância entre professores e alunos quanto às concepções do modelo em Ciência. Grosslight (1991), como resultado das suas investigações empíricas, concluiu que os professores concordavam que havia modelos (i) concretos e abstractos, (ii) os modelos ajudavam a compreender ou pensar, (iii) a validade de um modelo pode ser comprovada pelo confronto com observações e medidas no mundo real, (iv) podem ser construídos diferentes modelos para o mesmo fenómeno, servindo objectivos diferentes e (v) os modelos podem ser

substituídos por outros melhores. No mesmo estudo, os alunos que apresentavam uma experiência limitada de aprendizagem através de modelos concordavam que (i) os modelos eram só físicos ou visuais; (ii) mostram ou ajudam a comunicar informação; (iii) diferentes modelos do mesmo fenómeno mostram diferentes aspectos desse mesmo fenómeno; (iv) os modelos só podem ser substituídos se forem mal construídos ou se foi encontrada nova informação. Estas diferentes perspectivas podem causar problemas de compreensibilidade na aprendizagem da Ciência. Com o uso correcto dos modelos na sala de aula, poderia pretender-se, assim, que o aluno construísse o seu próprio modelo mental da Ciência (ciência do aluno) a partir da ciência pura (ciência dos cientistas).

Os professores poderiam fazer um planeamento e avaliação das actividades que englobam os modelos. As metáforas e analogias geradas espontaneamente pelos alunos são modelos de previsão que deveriam ser fomentados para serem avaliados, modificados ou rejeitados.

Uma tarefa de ensino é decidir qual o modelo a utilizar, considerando o grau de aprofundamento que se deseja. Outra tarefa é decidir o grau de generalização que se pretende com o uso de determinado modelo, implicando a exploração do modelo em que fique bem explícito em que grau um modelo é representativo de um grupo alargado de situações.

Develay (1987) dá sugestões didácticas do uso de modelos, dizendo que na sala de aula não pode haver uma simples exposição ou descrição dos mesmos, é preciso sempre referir os limites do modelo, ou seja, o que o modelo explica e não explica de fazer imaginar outros esquemas ou imagens para que os alunos não pensem que o modelo é a realidade, mostrar ou fazer

algumas experiências que ajudaram a chegar à construção do modelo. Por outro lado, se o modelo é utilizado na sala de aula como um substituto do método experimental então deverá aparecer como um material no qual se pode trabalhar, reflectir e formular hipóteses. Assim, o modelo apresentado em situação escolar conserva o “status” do modelo científico no momento da sua criação em investigação, a propósito do qual se pode experimentar intelectualmente.

Sistematizando, os modelos no ensino da Ciência têm de ser bem explorados didacticamente. Um modelo não pode ser mostrado como um conjunto de dados explicativos para imitar, mas como um conjunto de dados explicativos para discutir (Develay, 1987). Segundo o mesmo autor, se não forem tidas em conta as precauções devidas, as três grandes limitações dos modelos na aprendizagem da Ciência são: (i) o aspecto figurativo mascara, por vezes, o operatório, como por exemplo, no modelo do átomo de Bohr comparado com o sistema solar, dá ideia que a matéria é contínua, por causa das dimensões relativas do mundo, dos electrões e das respectivas órbitas; (ii) o modelo fica ligado ao seu uso inicial, impedindo novas aprendizagens, por exemplo, o modelo do átomo de Bohr está tão enraizado que é difícil passar para um mais elaborado; (iii) confusão entre o real e o modelo, devido a fortes analogias existentes.

Outros autores, também, chamam a atenção para as limitações dos modelos na aprendizagem da Ciência, como já foi referido. Assim, o uso incorrecto de modelos no ensino da Ciência pode levar a concepções erradas, quer dos próprios modelos, quer da teoria que os envolve. Grotz (1977) ainda é mais afirmativo quando diz que a maturidade conceptual do desenvolvimento dos alunos pode ser impedida, devido à utilização de modelos redutivos. Gebert



(1969) afirma que a maior parte dos alunos usam os modelos, quer como realidades físicas, quer como meras hipóteses, mas em qualquer das situações articulando pouco o conhecimento.

Gilbert (1980) estudou as dificuldades mais usuais que os alunos têm em relação a modelos e sistematizou-as da seguinte maneira: (i) falta de compreensão das fronteiras entre modelo e o que este pretende ilustrar, devido à falta de compreensão das propriedades do modelo, por exemplo, ondas sonoras por analogia com ondas de água sem saber como estas funcionam; (ii) dificuldade em aplicar um modelo em contextos diferentes e relacionar modelos de diferentes classes dentro do mesmo tópico como por exemplo a célula como unidade em Biologia e em Cristalografia; (iii) representação do modelo em diversas dimensões, quando as estruturas são tridimensionais. É um problema de representação visual; (iv) reestruturação de analogias. Warren (1978) exemplifica esta dificuldade com a confusão geralmente verificada entre vibração molecular e o calor que a produz, pois que este é ensinado analogamente aos fluidos e suas características.

Para Wicken (1976), os modelos podem ser considerados “verdades”, perdendo-se assim o sentido do desenvolvimento do conhecimento em Ciência. Este facto explica a relutância que muitos alunos apresentam em abandonar certos modelos.

Na aprendizagem usando modelos é importante a sua interpretação, sendo necessário realçar as características que são importantes e relevantes, pois que correspondem ao original, as que diferem do original e as razões dessas diferenças e as características que são irrelevantes.

De qualquer forma que sejam usados, normalmente dá-se ênfase aos factores semelhantes a que Hesse (1966) chama analogias positivas, em contraste com as analogias negativas que focam nas diferenças dos campos em análise, ou com as analogias neutras, que são aquelas cujos atributos ou relações são desconhecidas.

Didacticamente, além do objectivo para que se usa um modelo, temos ainda de considerar com que metodologia é usado. Assim, Levine (1974) desencoraja o uso da abordagem histórica, ou seja, introduzir os modelos conforme a ordem da sua descoberta, devido a que o processo lógico associado a cada sequência de teoria pode não ser acessível e não corresponder às necessidades dos alunos. A mesma opinião é partilhada por Cavagnol e Barnett (1976) e Klaimn (1976), o que não impede de aplicar os modelos sequencialmente de modo a que os alunos possam ir acompanhando o grau de complexidade dos modelos.

Uma linha de investigação ligada com os modelos na aprendizagem da Ciência relaciona-o com as concepções alternativas dos alunos e com os respectivos conhecimentos prévios. Grosslight et al (1991) sugerem que se apresente a Ciência em termos de ideias problemáticas que possam ser testadas pelos alunos, dando assim oportunidade aos alunos de construírem os seus modelos alternativos cuja interpretação está originalmente no conhecimento prévio e nas concepções alternativas.

Develay (1987) faz distinção entre os modelos espontâneos dos alunos e os modelos dos (das) cientistas. Os primeiros são produções onde intervêm uma construção intuitiva por uma comparação de várias variáveis conhecidas dos alunos. Estes modelos, para este autor, são mais intuitivos com construções

relativamente pouco elaboradas. Nos (nas) cientistas o modelo está interiorizado, é reversível, coordena um conjunto mais complexo.

Os modelos na aprendizagem em Ciência parecem ser mais eficazes na aprendizagem quando usados antes ou integrados em aulas onde o novo material é aprendido e não depois (Mayer, 1980, 1976, Mayer e Bromage, 1980). Parecem ser também mais eficazes em alunos com poucos conhecimentos anteriores e com pouca motivação para a aprendizagem da Ciência. Para os alunos com grandes conhecimentos anteriores e motivados, os modelos apresentados pelo professor podem entrar em conflito com modelos mais sofisticados que já possuem ou que facilmente os constroem (Bayman e Mayer, 1988, Mayer, 1980 e Mayer e Bromage, 1980). Segundo Mayer (1989), os modelos aplicados ao ensino têm de ter em conta as características dos alunos, o material a ser aprendido, o método, o processo de aprendizagem e as actividades propostas. Nas características dos alunos tem de se ter em conta os conhecimentos anteriores, assim como as respectivas experiências e capacidades. Nos processos de aprendizagem refere-se ao modo como os alunos codificam a informação a ser aprendida, o que engloba seleccionar, organizar e integrar. Nos resultados da aprendizagem refere o conhecimento que o aluno adquire como resultado do processo de aprendizagem (construir os seus próprios modelos). Os alunos precisam de praticar na construção de modelos, não só manipulando-os ou construindo-os, mas também avaliando-os e reflectindo na natureza desses modelos.

Em síntese:

O uso de modelos na aprendizagem da Ciência é justificado, assim, para obter a compreensão dos conceitos e procedimentos científicos, desenvolver capacidades científicas e cognitivas como a resolução de problemas de uma forma criativa, devendo o(a) professor(a) fomentar a construção de modelos mentais pelos alunos. Recorrendo à célebre metáfora de Eisner (1985) para definir teoria, em que a classifica como um conjunto integrado de janelas e muros, os modelos na aprendizagem da Ciência devem ser considerados janelas, pois ajudam a expandir o conhecimento e deve ser evitado que se transformem em muros não deixando ver outras perspectivas da realidade, outras alternativas, não deixando, pois, que o conhecimento se complexifique.

Os resultados destas investigações encorajam a continuar a desenvolver a investigação sobre a teoria e a prática de utilizar modelos (metáforas científicas) para construir o conhecimento, pelos alunos, em Ciência.

### 2.3- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem em Ciência

Os filósofos da Ciência, mesmo aqueles que refutam a importância da LM em Ciência, admitem os aspectos pedagógicos da metáfora e da analogia por serem importantes para a aprendizagem científica. Como acontece com o conhecimento em Ciência, a Educação em Ciência também está embebida da metáfora e da analogia e estas por sua vez contribuem para a criação e constituição de teorias educacionais, constituindo a utilização da LM uma “revolução em Educação” (Goldman, 1989).

Em Educação, nos últimos quinze anos, os investigadores tem mostrado a importância da metáfora e da analogia na aprendizagem e consideram que

estas devem ser usadas deliberadamente no ensino/aprendizagem da Ciência (Collins e Gentner, 1982 e Gentner, 1978), pois se a metáfora e a analogia podem explicar o não-familiar ou desconhecido pelo familiar ou conhecido, isso desenvolverá tanto o professor como o aluno (Pylyshyn, 1979 e Hanson, 1970). Parte-se, aqui, do pressuposto que o ensino através da metáfora e/ou da analogia influencia a aprendizagem da Ciência.

### Panorâmica dos Estudos já Realizados

Da literatura existente sobre a metáfora, a analogia e a aprendizagem das ciências, podem-se inferir as seguintes linhas principais de investigação:

- (i) A Metáfora, a Analogia e o Processo Cognitivo da Aprendizagem em Ciência
- (ii)- A Metáfora, a Analogia e a Perspectiva Constructivista da Aprendizagem da Ciência
- (iii)- A Metáfora, a Analogia e a Cultura Científica
- (iv)- A Metáfora, a Analogia e as Concepções Alternativas dos Alunos
- (v)- Limitações da Metáfora e da Analogia na Aprendizagem da Ciência
- (vi)- Importância da Metáfora e da Analogia na Aprendizagem em Ciência

#### 2.3.1- A Metáfora, a Analogia e o Processo Cognitivo na Aprendizagem em Ciência

Aprender Ciência utilizando a metáfora e/ou a analogia implica o processo de seleccionar um esquema cognitivo já conhecido do aluno e usá-lo como um guia para constituir um novo esquema cognitivo que inclui a nova informação aprendida (Gick e Holyoak, 1983). Nesta perspectiva, a LM não constitui um esquema cognitivo mas gera um esquema cognitivo usando o já existente.

Segundo Arcá et al. (1983) a utilização da LM na aprendizagem da Ciência conduz a uma duplicação simbólica da realidade que permite uma divisão da

experiência e do conhecimento em blocos significativos que estão prontos a serem reordenados de uma forma organizada pela comparação e transferência do que é comum, construindo-se, assim, pessoalmente o conhecimento científico.

Ao utilizar a LM na aprendizagem das ciências, é necessário que a metáfora e/ou a analogia sejam reconhecidas por quem aprende. Do conhecimento anterior existente, o aluno tem de saber escolher as características mais importantes, mapeá-las e transferi-las para o que é preciso aprender. No entanto, a fonte da metáfora e/ou da analogia pode não conter toda a informação relevante necessária. Então, é requerido ao aluno um processo de reconstrução do conhecimento anterior, construindo uma rede de informação que pode começar com uma pequena porção de informação, fazendo parte de um esquema cognitivo. O aluno, partindo do conhecimento geral que já possui, relacionando-o com a informação específica recebida e completando-a gradualmente, inferindo ou adquirindo novas informações, vai reconhecendo uma rede de ideias interrelacionadas até que aparece o novo conhecimento pretendido. Uma vez começado este processo é auto-estimulado, pois que quando é necessário uma nova informação gera-se a necessidade da obtenção de mais pormenores e do aprofundamento da informação, complexificando-se, assim, o processo de construção do conhecimento e obtendo-se a aquisição final do conhecimento (Stepich e Newby, 1988). Esta opinião está de acordo com a escola russa que começou desde os anos 20, principalmente com Leo Vygotsky, psicólogo russo que escreveu em 1934 o seu livro mais famoso "Pensamento e Linguagem". Esta mesma opinião é aprofundada por Alexander Luria e seus colaboradores que defendem que a linguagem é um factor essencial para o crescimento conceptual, pois que este

depende da interacção da linguagem com o contexto social que dá ao aluno a capacidade de organizar as actividades cognitivas. Vygotsky preocupou-se em saber como é o pensamento e como é que este evolui, fazendo esforços para compreender o nosso mundo cognitivo, não esquecendo também o papel da linguagem não verbal. Para Vygotsky (1934), o pensamento e a linguagem são duas actividades distintas e independentes com percursos de evolução diferenciados. Considerou que o pensamento precede a linguagem mas quando esta aparece influencia e até determina o pensamento. O uso de linguagem tem poder, segundo este autor, como estratégia de evolução da actividade cognitiva podendo ser criadas novas e elaboradas estruturas conceptuais devido a que uma única palavra se refere não a um simples objecto, mas a um grupo ou classe de objectos (conceito). Cada palavra é, assim, já por si uma generalização e consequentemente o significado de uma palavra é um acto de pensamento e de comunicação entre indivíduos. Distinguiu discurso interno (discurso incompleto e elíptico para o próprio indivíduo) e comunicação para os outros (processo de socialização), sendo a linguagem um mediador entre o mundo interno e o externo, uma representação do pensamento e um instrumento lógico e analítico desse pensamento.

Segundo Judith Greene (1988), a teoria de Vygotsky leva a reflectir nas seguintes questões: (i)- Como é que a linguagem facilita o nosso processo de pensamento?; (ii)- Como é que a linguagem socializada pode constrangir e limitar a actividade mental interna em cada indivíduo?; (iii)- Como somos nós capazes de traduzir os resultados do nosso processo de pensamento numa forma compreensível para os outros?; (iv)- Como somos nós capazes de decodificar a linguagem dos outros para chegar ao pensamento que

pretendem expressar? Para o professor de ciências, estas questões levam a tentar perceber o que é que o aluno quer dizer, mesmo quando "tudo" parece errado. Porque está o aluno a dizer "aquilo"? O que estará a pensar? Que mecanismos cognitivos estão a funcionar? Percebemos as coisas de maneira diferente talvez porque falamos delas de um modo diferente. Será o que está a acontecer?

A relação entre a linguagem e o pensamento tem sido objecto de estudo e reflexão, de natureza filosófica e de natureza científica, desde os tempos antigos. Perspectivas diferentes, e até opostas, têm servido como explicações para esta interrelação entre pensamento e linguagem. No entanto, continuam inexplicáveis muitas questões que se relacionam com o conhecimento da origem da linguagem e da sua natureza e com a própria origem do pensamento. É uma questão actual, ainda em debate entre inatistas, cognitivistas e behavioristas (Cabral de Sousa, 1994).

Considera-se, aqui, que a linguagem e o pensamento são elos duma cadeia de desenvolvimento cognitivo em que a linguagem, enquanto conjunto de signos diferenciados e consciencializados pela sua função conjunta de suporte e de impulsionadora do pensamento, serve não só como instrumento de comunicação, mas também como elemento fundamental para a formação (i) de conceitos cada vez mais abstractos e genéricos, (ii) do pensamento sistemático e (iii) da consciência pessoal, pois que a linguagem fornece a base essencial para o desenvolvimento da consciência humana (Vygotsky, 1962).

Este desenvolvimento não é um fenómeno inevitável, dependente do crescimento físico, como defendia, no seu início, a escola piagetiana. No entanto e embora, actualmente, os estádios de desenvolvimento, como Piaget



os definiu, tenham tendência para serem considerados hipóteses teóricas, para o professor de ciências a compreensão do desenvolvimento cognitivo do aluno é importante para a identificação das estratégias de ensino e da selecção dos materiais didácticos. Assim, um aluno no estágio das operações concretas poderá ter uma aprendizagem mais eficaz se for ajudado por gráficos, vocabulário sensorial e frases de estrutura simples. Na fase transitória para o estágio das operações formais já se poderão utilizar frases com estruturas mais complexas, símbolos e vocabulário mais abstracto.

### 3.3.2- Importância da Metáfora e da Analogia na Aprendizagem em Ciência

Tradicionalmente a linguagem metafórica não era considerada em Educação Científica, pois que se supunha ser contrária à objectividade da Ciência. No entanto, actualmente, tem-se vindo a assistir ao aumento do interesse de investigação pelas potencialidades e limitações deste tipo de linguagem na sala de aula de ciências.

Segundo António Cachapuz (1990):

“uma das maneiras de fomentar um estilo menos rígido e mais expressivo no ensino das ciências, consiste no uso da linguagem metafórica (nomeadamente verbal), cuja importância em facilitar a transferência do conhecimento de um domínio conceptual para outro (menos familiar) foi desde sempre reconhecida. Recorde-se que já Lucrécio (séc. I a.C.) no seu poema “De rerum natura” (Acerca da natureza das coisas) e em que previu a existência de átomos, utilizou para o efeito uma analogia envolvendo a percepção de um rebanho de cordeiros por um observador colocado a diferentes distâncias. Também para Aristóteles (séc. IV a.C.) o uso da metáfora era considerado a marca dos génios. Mais próximo de nós (Santos, 1989) sugere que “... o que melhor

caracteriza o pensamento científico é a tensão entre a linguagem técnica e a linguagem metafórica” (p. 131).

Nos últimos dez anos, assistiu-se a um renovado interesse pela investigação do uso da linguagem metafórica a nível do ensino das ciências. São disso exemplo os estudos sobre o ensino, a crianças, dos diferentes estados físicos da água, (Gilbert, 1989) sobre o ensino das leis de Mendel ou ainda (Glynn et al. ,1989) sobre o ensino da fotossíntese e da respiração celular.

A importância da metáfora e da analogia em Educação em Ciência é realçada quando um autor como Duit (1991) afirma que a metáfora e a analogia ocupam um importante lugar e têm estatuto no ensino da Ciência, quando Pope e Gilbert (1983) afirmam que há uma ligação entre as teorias do conhecimento, os processos de ensino, os processos de aprendizagem e as funções da metáfora, ou quando Petrie (1979) afirma que a mais simples metáfora ou analogia tem enorme valor educativo pois permite ligar o desconhecido com o conhecido, promovendo ligações entre o ensino e a aprendizagem, pela criação da compreensão e do significado do conhecimento científico. A metáfora, para Rumelhart (1979), é realçada educacionalmente, pois permite dar um sentido físico ao conhecimento científico através de um domínio familiar conhecido. Reynolds e Schwartz (1983) afirmam que a compreensão dos conhecimentos novos e a sua retenção são melhorados pela utilização educativa da metáfora. Para Gineste e Howard (1989), as analogias parecem ser uma primeira etapa para compreender conceitos abstractos, não sensoriais e complexos como os que existem em Ciência. Para Howard (1989) são importantes para a avaliação não só da aprendizagem do conhecimento científico mas também do próprio conhecimento científico. A metáfora e a analogia ajudam a conferir significado

à informação nova pela activação do conhecimento anterior já conhecido pelo aluno (Clement, 1989). A metáfora e a analogia não só adicionam nova informação, mas também enriquecem e mudam as concepções sobre um conceito (Clement e Brown, 1989). Black (1979) defendeu que as metáforas fortes e ressonantes\* desempenham um papel importante na evolução da aprendizagem científica, segundo o ponto de vista constructivista, pois fornecem um elemento importante de “fazer acreditar”.

Segundo Curtis e Reigeluth (1984), a metáfora e a analogia na aprendizagem das ciências são essenciais porque: (i) as actividades didácticas devem incluir experiências concretas e directas, preparando o aluno para experiências mais abstractas e complexas, sendo a LM um modo de fornecer essa experiências concreta ou uma ponte entre uma ideia, que não pode ser experienciada, e uma experiência pessoal e directa; (ii) provocam a visualização do abstracto; (iii) formam modelos, comparando e opondo vários níveis de abstracção e generalização; (iv) fornecem uma comparação entre áreas distintas do conhecimento, permitindo a relacionamento e a conexão dos conceitos.

Segundo Hoffman (1980), a metáfora é essencial na aprendizagem da Ciência, pois pode ser utilizada para aprender teorias e princípios, para ensinar, para lembrar e para construir o próprio conhecimento do aluno. Pode também servir para descrever métodos e procedimentos científicos. Para Howard (1989), no entanto, os alunos devem ser convencidos a abandonar uma metáfora por outra, quando tal for necessário, de modo análogo ao que

---

\*Metáfora forte, para Black (1979), é uma metáfora altamente empática onde a ênfase está na medida do grau que permite uma variação de substituição das palavras. Metáfora ressonante é aquela que suporta um alto grau de elaboração implicativa.

aconteceu na História da Ciência, quando houve necessidade de abandonar uma determinada metáfora ou analogia para haver progresso científico.

Considerando a teoria de Ausubel (1968), as metáforas e as analogias são importantes para uma aprendizagem significativa, tendo uma função de organizadores prévios, pois permitem a diferenciação progressiva em que os materiais de aprendizagem são sequências dos conceitos mais globais para os mais específicos. Segundo a mesma teoria, a LM permite, também, a reconciliação integrativa conceptual em que os materiais são apresentados para comparar e contrastar ideias e mostrar interrelações.

Visto que a Ciência não é um sistema fixo e não negociável de teorias e conceitos, a metáfora e a analogia podem introduzir o aluno nas tarefas de confrontar estereótipos longamente aceites e construir novos significados. Podem ser uma forma dos alunos reexpressarem o conhecimento, analisá-lo e organizá-lo, encontrando conexões (Sutton, 1979). Segundo Muscari (1988), as categorias da linguagem que afectam o que sabemos são aquelas que correspondem ao que nós aprendemos. Sem uma reversão e troca de categorias, as percepções tornam-se fixas e intransigentes. A metáfora e a analogia podem fazer que os alunos percam as categorias convencionais e possam encontrar novas relações. Quando os assuntos teóricos são abertos e controversos, a metáfora e a analogia podem fazer mudar as associações estandardizadas, alterar os hábitos perceptuais e conceptuais e abrir a amplitude das possibilidades especulativas (Gardner, 1974 e Johnson, 1960). Quando esta abordagem é feita com sucesso, as interpretações estandardizadas iniciais retomam um aspecto interessante e motivador e o aluno toma consciência do aspecto humano e dinâmico da Ciência (Pfeiffer, 1979).

Na aprendizagem das ciências, a metáfora e a analogia podem ser fontes de criatividade, desenvolver o espírito de inquérito científico sugerindo novas previsões, novas demonstrações e novas experiências, testando hipóteses, fomentando a aprendizagem de novos conceitos ou reinterpretação dos já existentes e sugerir novas relações estruturais entre entidades teóricas, ou seja, criar novas categorias, novas relações funcionais (mesmo se os conceitos não puderem ser observáveis) e fazer a correspondência entre conceitos, princípios ou dispositivos teóricos. Pode ainda demonstrar como uma descrição literal está errada (Hoffman, 1980).

Podem, também, gerar uma hipótese em Ciência, visto que uma hipótese é um modelo cognitivo que se pode obter por uma metáfora ou uma analogia, pois que estas ajudam a pôr em conjunto os dados da observação, tornando mais clara a diferenciação entre o todo e as partes e ajudam a prever os acontecimentos futuros que poderão advir desse modelo cognitivo (Dreistadt, 1968). A utilização da LM promove, ainda, o desenvolvimento de outras capacidades específicas da Ciência como as de inferência e as de resolução de problemas (Boyd, 1979 e Hesse, 1966). Como a abordagem da aprendizagem científica está mais orientada para a descoberta de regularidades, a força da utilização educativa da metáfora, tentando representar na realidade conceitos abstractos, está no desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas (Muscari, 1988), assimilando o novo conhecimento ao antigo, fornecendo relações novas, relacionando os atributos que aproximam a entidade desconhecida à entidade conhecida. Se as regularidades e semelhanças antecedentes são os critérios para julgar uma teoria científica, então, segundo Hesse (1966), a metáfora e a analogia ajudam a encontrá-las, colocando as nossas percepções anteriores em padrões e

fundamentando o poder de predizer relações de fenómenos “the power to predict relations between new observation predicates” (pp. 128-129). Estes factos têm enorme importância educacional, pois permitem utilizar novas metodologias da aprendizagem em Ciência, centradas na resolução de problemas, facilitando aos alunos a possibilidade de adquirir novos conhecimentos e também de aumentar significativamente a oportunidade de criar novos e interessantes formas de pensamento.

Pode-se, pois, afirmar que a metáfora e/ou analogia apresentam uma alternativa ao significado correntemente aceite dos conceitos científicos porque podem fornecer esquemas alternativos de referência e formularem novas e insuspeitadas relações que permitem o sucesso da aprendizagem em Ciência.

Existem inúmeras vantagens na utilização da LM como mecanismo cognitivo de aprendizagem científica, principalmente se for utilizado pelos próprios alunos. É assim que, por exemplo: (i) activa o raciocínio analógico; (ii) organiza a percepção; (iii) desenvolve a aquisição do pensamento metafórico; (iv) desenvolve capacidades cognitivas elevadas como a criatividade; (v) faz a ligação (ponte cognitiva) entre o conhecido e o desconhecido; (vi) funciona como organizador prévio; (v) transforma o conhecimento factual em conceptual; (vii) torna significativa e motivante a informação; (vi) facilita a aquisição de novos conceitos; (vi) faz a ligação entre conceitos; (vii) torna compreensível os conceitos, nomeadamente os abstractos; (viii) alarga em extensão um conceito pelo aumento de flexibilidade e versatilidade do pensamento; (ix) aumenta a memória; (x) estimula a solução de problemas e identificação de novos problemas; (xi) fomenta a elaboração de hipóteses; (xii)

torna a comunicação mais variada, interessante e agradável; (xii) fomenta um estilo menos rígido e mais expressivo do discurso científico.

Mesmo quando a metáfora e a analogia são consideradas “boas”, será que é útil utilizá-las em situação educativa? Existem opiniões diversas quanto à eficiência da metáfora e da analogia na aprendizagem da Ciência. Enquanto alguns estudos apresentam resultados donde se infere que a LM não influencia a aprendizagem científica (Gilbert, 1989), outros defendem a sua utilidade e encontram resultados demonstrativos duma real aprendizagem da Ciência (Stavy, 1991, Dupin e Joshua, 1989 e Clement, 1987, etc.). Estes autores defendem a LM como um poderoso instrumento de aprendizagem das ciências, pela compreensibilidade e significância dada aos conceitos científicos e pela potencialidades que apresentam de desenvolver as capacidades cognitivas e científicas. Estas opiniões divergentes baseiam-se em resultados diferentes obtidos na investigação que resultam das metodologias investigativas utilizadas.

A questão que se deve colocar não é se a LM é eficaz ou não, mas que factores é que a tornam eficaz. Parece que para alunos no estágio das operações formais a LM não é tão eficaz como para os que se encontram no estágio das operações concretas, porque aqueles alunos não precisam de concretizar os conceitos. Opiniões contrárias afirmam, contudo, que os alunos no estágio das operações concretas, por não possuírem o pensamento correlacional, não podem aprender utilizando a LM. Segundo Gentner e Gentner (1983), esta discussão é irrelevante, porque mesmo quando não se fornece uma analogia ao indivíduo que aprende, este dispõe de representações adquiridas anteriormente e que as mobiliza como uma

estrutura organizada em forma de metáfora ou de analogia, sobre a qual pode aplicar novos conceitos.

Relativamente à utilização didáctica da LM, Gineste afirma que mais vale impôr uma analogia escolhida segundo critérios fundamentados, do que deixar o aluno recorrer espontaneamente a metáfora e/ou a analogia que não são pertinentes. Esta ideia é extremamente polémica, pois evita a produção da LM pelos alunos, facto considerado de alto valor educacional.

Para Hester (1967), o problema da utilização da LM na aprendizagem da Ciência relaciona-se com o problema da objectividade ligada à veracidade e à validade da metáfora. Em Educação em Ciência, as metáforas são consideradas:

“in their whatness, with no concern for correspondence, or lack of correspondence, with the world” (p. 200).

No entanto, sabe-se que não existe uma única realidade e que esta depende da grelha conceptual individual, criando-se realidades próprias.

A eficácia da metáfora e da analogia na aprendizagem da Ciência depende, segundo Donati e Gamboa (1990), de três questões: (i) das características dos conceitos a aprender. Assim, quanto mais abstracto for o conceito mais difícil se torna encontrar uma metáfora ou analogia onde se interceptem características comuns implicando um maior esforço do aluno para reconhecer a semelhança ou os esquemas lógicos em jogo, sendo também maior o risco da LM provocar ideias erróneas nos alunos; (ii) das características da metáfora e da analogia utilizadas; (iii) do nível cognitivo em que se encontra o aluno.



Stepich e Newby (1988) defendem que para a LM ser eficiente na aprendizagem têm de ser respeitados três componentes básicos: (i) a decisão, isto é, considerar o que o aluno já sabe e determinar o objectivo da tarefa da aprendizagem, que pode ser a memorização, a previsão, a demonstração, a resolução de problemas, etc.; (ii) a construção, isto é, identificar os atributos ou as relações mais relevantes para a compreensibilidade entre as metáforas e as analogias utilizadas e a informação nova, e descrever claramente as semelhanças entre o que é comparável; (iii) a apresentação, isto é, considerar o formato (verbal ou pictorial), do modo de apresentação e planejar o tempo necessário para a interpretação da metáfora e da analogia.

Petrie (1979) defende um modelo de aprendizagem dos alunos, centrada na utilização da metáfora e/ou da analogia, indicando que é importante conhecer: (i) o conhecimento preexistente dos alunos sobre o assunto; (ii) como os alunos relacionam nova informação com as estruturas ou concepções já existentes; (iii) como a metáfora e analogia podem ser compreendidas pelos alunos. Estes pontos têm de ser considerados porque têm implicações importantes no sucesso da aprendizagem da Ciência, pelos alunos.

### 2.3.3- A Metáfora, a Analogia e a Cultura Científica

A utilização, a compreensão e a produção da metáfora e/ou da analogia na aprendizagem apresenta uma forte vertente cultural. Todos temos as nossas próprias experiências, conhecimentos e linguagem que se estão sempre a confrontar e em interrelação com as experiências, conhecimentos e linguagem de um grupo específico que, neste caso, é a comunidade científica. Em Educação em Ciência tem de haver um processo dinâmico de comunicação e de partilha entre o conhecimento particular, pertencente a cada aluno, e o

conhecimento comum, pertencente ao que a comunidade científica deseja que seja aprendido do conhecimento científico. No entanto, este processo tem de ser flexível e não uniformizado de modo a construir uma base comum de cultura científica básica, principalmente se se referir ao nível de escolaridade obrigatória. A Educação em Ciência é um processo de socialização e de aproximação ao conhecimento científico.

A cultura científica tem por objectivo habilitar o cidadão comum com as bases do conhecimento científico que lhe permitam ser capaz de resolver problemas do seu quotidiano, pensar cientificamente com capacidade de discernimento, tomar decisões, tomando parte activa nas escolhas pessoais e sociais face a uma sociedade actual cujas bases são a Ciência e a Tecnologia. A formação de uma sociedade consciente das complexidades do meio, para nela poder intervir positivamente em tantos assuntos polémicos que hoje se deparam, passa por um ensino e aprendizagem científica de base de todos os cidadãos.

A cultura científica inclui também o significado dado à Ciência e às atitudes em relação à Ciência com os seus conceitos e teorias. Nesta ordem de ideias, a LM aplicada à aprendizagem da Ciência é essencial. Assim, a cultura científica desenvolve-se na aprendizagem da Ciência, na Escola, construindo-se com um significado próprio. O ensino das ciências na Escola é o factor mais decisivo que possibilita uma educação científica posterior (Gago, 1995). Num grupo de trabalho europeu de um grupo independente de investigadores (1995), concordou-se com a definição de cultura científica, sendo esta o significado que fica da Ciência depois das pessoas terem saído do sistema formal de ensino. De acordo com Mariano Gago (1995):

“Entendemos a cultura científica como uma complexa estrutura de competências, atitudes e representações, cuja actividade científica

e sua difusão constituíram parte integral da civilização. Utilizaremos, também, o termo num sentido restrito, os métodos básicos e científicos do inquérito, descoberta e avaliação do significado e da verdade das relações estabelecidas entre o raciocínio e a realidade. À aptidão científica de uma população cientificamente educada é apontada como fonte principal e requisito para a cidadania actual nas sociedades democráticas (p. 1) (...) que necessita de competência para compreender e questionar os termos em que os problemas sociais e políticos são apresentados (p. 2)".

Maria Arcá (1983) propõe um esquema explicativo para o processo percorrido desde uma cultura comum até uma cultura científica onde a LM joga um importante papel. Assim, é necessário: (i) uma consciência no uso das estruturas básicas lógicas para obter esquematizações dos fenómenos, o que passa pela consciência dos sistemas, das variadas transformações e da continuidade do conhecimento; (ii) uma organização conceptual de acordo com critérios lógicos da experiência e do conhecimento interligado; (iii) uma fenomenologia, na base da relação e do controlo das experiências com a ajuda de suportes formais coerentes; (iv) a elaboração de uma teoria como uma estrutura formal de relações com o suporte de uma linguagem formal; e (v) a construção da cultura científica como a competência de ligar a teoria com a realidade. Para atingir esta cultura, deve-se estar consciente do que é preciso aprender e do que já foi aprendido, da continuidade e da descontinuidade do significado, não só ligado à evolução do conhecimento científico, mas também ligado à evolução cognitiva dos alunos e às culturas em que eles se inserem.

Na aprendizagem da Ciência, a utilização da metáfora e da analogia respeita a cultura individual, aproximando-a de uma cultura científica, tornando-a,

também, uma forma de motivação para a aprendizagem (Ritchie e Bulter, 1990).

#### 2.3.4- A Metáfora, a Analogia e a Perspectiva Constructivista da Aprendizagem da Ciência

Numa perspectiva constructivista da aprendizagem da Ciência, a metáfora e a analogia são instrumentos poderosos para facilitar o processo de construção de conceitos com base nos conceitos preexistentes.

Uma abordagem constructivista da aprendizagem dos conceitos científicos implica reconhecer que esta ocorre num meio físico e sociocultural determinado, que proporciona ao aluno um conjunto de percepções e experiências pessoais as quais influenciam essas mesmas aprendizagens pela interacção gerada entre a estrutura cognitiva e o meio. Implica, também, reconhecer que a aprendizagem é a compreensão do material a aprender e não a repetição de comportamentos. Sendo assim, é importante tentar compreender o que acontece nas estruturas cognitivas dos alunos e não centrar a atenção nos aspectos superficiais duma resposta, visto que o conhecimento não pode ser só transmitido por uma comunicação linguística repetitiva, mas que, para se verificar a aprendizagem, os alunos necessitam integrar conceptualmente o significado do mundo experiencial (von Glassersfeld, 1989).

À luz da teoria constructivista, o aluno é considerado como o construtor do seu próprio conhecimento, o que implica uma nova perspectiva de aprendizagem e uma nova visão do acto educativo e da Didáctica. A utilização da LM numa perspectiva constructivista da aprendizagem da Ciência tem de ser

considerada como uma mudança cognitiva, metodológica e de atitude perante a aprendizagem, tanto por professores como por alunos.

Clement e Brown (1989) propõem dois tipos de aprendizagem utilizando a metáfora e a analogia, sendo o primeiro uma forma mais passiva e o segundo uma forma mais activa e interactiva. No primeiro tipo a aprendizagem realiza-se através da compreensão de conceitos abstractos pela transferência de atributos ou relações entre a fonte e o alvo. O objectivo é o crescimento conceptual relacionado com uma situação já compreendida anteriormente. Os alunos não conhecem o conceito alvo, aceitam a metáfora e/ou a analogia como relevante para suscitar uma compreensão do alvo. A LM pode ser apresentada pelo professor ou pelo manual escolar. No segundo tipo, a aprendizagem realiza-se através da construção de um modelo explicativo cujo objectivo é a mudança conceptual. Os alunos conhecem o conceito alvo, mas de uma forma não desenvolvida, tendo dificuldade em aceitar a analogia como relevante. O alvo já está estruturado na mente do aluno, mas essa estrutura precisa ser mudada. A metáfora e/ou a analogia ajudam o aluno a estruturar o conhecimento, construindo um novo modelo explicativo que enriquece o conceito alvo. Os alunos vêm-se envolvidos num processo de raciocínio analógico, avaliam e geram a sua própria LM. Para que a metáfora e/ou a analogia sejam eficazes, na obtenção da mudança conceptual, necessitam de ser usadas como ponto de partida para que os alunos possam construir um novo modelo explicativo do conceito alvo.

Segundo Duit (1991), a vantagem da utilização da metáfora e/ou da analogia no ensino das ciências provem da relevância para uma perspectiva constructivista da aprendizagem e que inclui: (i) apresentar potencialidades para a mudança conceptual pela abertura de novas perspectivas; (ii) facilitar a

compreensão de conceitos abstractos, relacionando-os com o mundo real; (iii) visualizar o abstracto; (iv) provocar o interesse e a motivação dos alunos.

Embora falte evidência empírica, Pope e Gilbert (1983) afirmam que, se por um lado, os alunos percebem que o professor tem uma visão realista do conhecimento, acreditando que a realidade é estável, constituída por factos objectivos, uma perspectiva de ensino baseada na transmissão cultural e uma noção de aprendizagem de acumulação de fragmentos do conhecimento, interpretam a metáfora e/ou a analogia considerando-as como tendo uma função de substituição ou de comparação com a realidade. Por outro lado, se os alunos percebem que o professor tem uma perspectiva constructivista do conhecimento, uma visão progressista do ensino e uma perspectiva de aprendizagem por construção do conhecimento, então, interpretarão a metáfora e/ou a analogia de uma forma interactiva e heurística. Os resultados obtidos pelos mesmos autores e por Zeidler (1989) mostraram claramente que há uma relação entre a linguagem usada pelos professores e as concepções dos alunos. A linguagem do professor, através do discurso vulgar, revela concepções implícitas que são compreendidas pelos alunos.

#### 2.3.5- A Metáfora, a Analogia e as Concepções Alternativas dos Alunos

A discrepância existente entre o que os alunos pensam sobre os conceitos ou fenómenos científicos, e o que é previsto que aprendam sobre eles, é central numa aprendizagem científica centrada no aluno.

Ideias ou concepções erróneas, pré-concepções, ideias, concepções ou conceitos alternativos, ciência da criança, pensamento natural, representações, são sinónimos propostos por vários autores, associados com ideias espontâneas e inconscientes ou pré-concepções adquiridas antes da

escolaridade. São ideias intuitivas, incompatíveis com os conceitos/fenómenos a serem aprendidos, tendo sido aprendidas pela experiência do quotidiano ou transmitidas pela cultura do meio envolvente (Driver, 1981). Podem, também, resultar do processo de aprendizagem formal devido à má compreensão do que é ensinado ou devido à integração deficiente dos conceitos a serem aprendidos com o conhecimento anterior.

É uma limitação à utilização da LM na sala de aula, a possibilidade de esta poder gerar ideias erróneas dos conceitos/fenómenos científicos. Se a metáfora e/ou a analogia utilizadas não forem exploradas didacticamente, podem provocar aprendizagens incorrectas, devidas, segundo Thiele e Treagust (1992), a três causas: (i) a incorrecta transferência de atributos ou relações entre a fonte e o alvo; (ii) a não familiaridade dos alunos com a fonte; (iii) os estádios de desenvolvimento cognitivo dos alunos. Mais especificamente, a metáfora e a analogia podem originar ideias erróneas nos alunos, nomeadamente por (i) transferirem indirectamente propriedades confusas, ou seja, alguns atributos ou relações da fonte que não centrais para o objectivo pedagógico para que foram usados, são influenciadas pela compreensão de atributos ou relações paralelas que não as essenciais para se atingir o objectivo; (ii) transferirem directamente propriedades confusas, ou seja, um atributo/relação não relevante é transferido como se fosse o pretendido; (iii) focarem aspectos descritivos deixando de lado os aspectos mais profundos como, por exemplo, as relações de causalidade, originando, por parte dos alunos, uma tendência para, por eles próprios, estabelecerem uma relação causal que, por vezes, não é a correcta ou deixarem inexplicada essa relação causal; (iv) haver uma transferência de significado errónea

derivada do significado da linguagem vulgar, para o significado dos termos técnicos.

Todas estas ideias erróneas, que podem surgir na aprendizagem através da LM, são baseadas na ideia de que a aprendizagem do conceito alvo é determinado pelo conceito da fonte.

Educacionalmente, é importante o movimento das concepções alternativas, sendo este enquadrado pela investigação que engloba perspectivas didácticas, epistemológicas e valores num quadro teórico cognitivo constructivista. Este movimento educacional pretende atingir a aprendizagem por mudança conceptual representada por modelos didácticos de captura conceptual e de troca conceptual, sendo o primeiro radicado em epistemologia racionalista contínua e o segundo radicado em epistemologia racionalista descontínua (Santos e Praia, 1992). Estes modelos provocam desestruturações e reestruturações das estruturas conceptuais dos alunos. Este movimento nasceu devido ao aparecimento de novas ideias sobre o que é a Ciência e a aprendizagem da Ciência, aparecendo como alternativa à aprendizagem centrada nos conceitos a adquirir (aprendizagem por aquisição conceptual). Baseia-se no pressuposto que muitas das dificuldades dos alunos na aprendizagem da Ciência provêm dessas concepções alternativas e da ignorância por parte dos professores dessas concepções. Sobre este assunto têm-se realizado uma grande quantidade de estudos investigativos. Estes estudos têm sido realizados desde a década de 70, um pouco por toda a parte (incluindo Portugal onde tem vindo a ser objecto de várias teses de Mestrado e Doutoramento). Os estudos parecem ligados ao ensino, à aprendizagem, à cultura científica, à formação de professores e à construção de materiais didácticos. Numa primeira fase destes estudos, procurava-se



determinar as concepções alternativas para determinados conceitos em Ciência, passando-se a uma segunda fase em que a preocupação passou a ser o estudo de estratégias e de metodologias que na sua maior parte combinam o pensamento divergente e criativo com o rigor da experimentação.

Não é tarefa fácil obter uma mudança conceptual na sala de aula, já que as concepções são muito persistentes e estáveis, ocorrendo mesmo depois de se ter realizado o ensino formal. Este facto indica que o ensino baseado num método tradicional de transmissão do conhecimento, ou em métodos não directivos dos anos 70, o método por descoberta ou o de audiovisuais, não funcionam quando estão instaladas fortes concepções alternativas num quadro referencial pessoal. Consequentemente, novas metodologias para a aprendizagem têm de ser desenvolvidas. A aprendizagem, utilizando a metáfora e/ou a analogia, produzida pelos alunos, pode ser considerada uma dessas metodologias, já que se parte do conhecimento anterior de onde emergem as concepções alternativas. Assim, nem sempre as concepções alternativas são negativas na sala de aula. Elas não são sempre obstáculos e podem ser utilizadas como uma vantagem para a aprendizagem, se bem exploradas didacticamente.

Didacticamente, em relação às concepções alternativas apresentadas pelos alunos, pode-se, segundo Giordan (1994, 1988), ter três perspectivas: ignorá-las, evitá-las ou conhecê-las. As duas primeiras perspectivas correspondem a uma didáctica tradicional. Na terceira perspectiva, conhecendo-as há diferentes tratamentos didácticos para as utilizar, nomeadamente: (i) “actuar com”, ou seja, fazê-las emergir, desenvolver, opor ou reorganizar; (ii) “actuar contra”, ou seja, refutá-las, extrapo-las, contradizê-las, contorná-las ou (iii) “actuar através de”, ou seja, transformá-los, interferindo com essas

concepções. A metáfora e a analogia, geradas pelos alunos, podem desempenhar um papel fundamental para conhecer as concepções dos alunos sobre determinado conceito. A LM escolhida pelo professor ou utilizada pelo aluno pode desempenhar, didacticamente, as três últimas funções referidas (actuar com, contra ou através de), dependendo da metáfora e da analogia escolhida e de exploração didáctica subsequente criando-se, em qualquer dos casos, condições conducentes a um “ambiente didáctico óptimo” (p. 139).

Nem só a metáfora e a analogia geradas pelos alunos têm uma função didáctica. A LM posta à disposição do aluno tem, também, embora com menor impacto, um papel fundamental para que este tome consciência da necessidade de operar a mudança nas suas concepções, pois que a LM interfere com o seu conhecimento anterior, conseguindo-se, assim, a motivação e o interesse de o fazer de modo a permitir o seu desenvolvimento conceptual. Giordan (1994) criou um modelo de aprendizagem baseada na transformação das concepções dos alunos (integração do novo no antigo conhecimento) a que chamou modelo alostérico analogicamente à teoria genética. A aprendizagem deve ser realizada como uma série de operações de transformações sistemáticas e progressivas, onde o aluno seja interpelado na sua forma de pensar. As formas simbólicas (metáforas e analogias) permitem organizar os dados ou servir de ancoragem para produzir uma nova estruturação do conhecimento:

“l’introduction de modèles symboliques permet toujours une vision renouvelée de la réalité. Ils peuvent servir de noyau dur pour fédérer les informations et produire un nouveau savoir” (p. 307).

Além das concepções alternativas os alunos apresentam, também, “ideias-âncoras” (“anchoring intuitions”). Estas estão de acordo com as teorias/conceitos científicos, embora de uma forma rudimentar. Podem ser utilizadas como pontos de partida para a aprendizagem. A metáfora e a analogia podem utilizar essas “âncoras” para expandir o conhecimento intuitivo, contrariando o aparecimento de ideias errôneas.

Pela sua persistência e estabilidade, infere-se que o conhecimento preexistente, quer se encontre na forma de concepções alternativas ou de ancoragem, precisa de ser questionado pela discussão na qual o aluno deve poder desempenhar um papel intelectualmente activo (Clement, 1993). O conhecimento anterior existente a uma dada aprendizagem é muito importante, porque é uma grelha onde se vai ancorar o novo conhecimento ou como lhe chama Mayer (1980) é um “assimilative context”. A aquisição do novo conhecimento ocorre, através de um processo activo e dinâmico de desenvolvimento de relações entre informações e de integração dessa nova informação, no esquema cognitivo já existente. Este processo pode estar dificultado. O conhecimento anterior fornece uma maneira de pensar e um conjunto de referências, sendo uma grelha de análise para a decodificação e interpretação do conhecimento. Para os professores põe-se o problema de terem de fazer aprender um “corpus” do conhecimento científico público e, por outro lado, têm de lidar com este conhecimento individual prévio dos alunos. A metáfora e/ou a analogia são essenciais neste processo pela capacidade que possuem de relacionar a nova informação com as estruturas familiares da informação já aprendida, ajudando assim a dar significado à informação nova pela mobilização do conhecimento anterior que já é conhecido pelo aluno (Clement, 1989).

A metáfora e a analogia podem, também, produzir uma tensão cognitiva conducente à aprendizagem pela criação de dissonância e subsequente reorganização cognitiva. Essa tensão pode ser conseguida entre uma ideia errónea e uma concepção correcta ou entre ideias âncoras, num aluno ou entre alunos. A metáfora e a analogia, exploradas didacticamente de forma adequada, podem ter uma função muito importante e serem utilizadas para criar controvérsia e dissonância cognitiva entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento formal, desenvolvendo o processo de aprendizagem. Esta tensão tem o potencial de criar discussões motivadoras e vivas na sala de aula que aumentam a aprendizagem (Clement, 1993). Assim, a metáfora e a analogia activando essa dissonância, mas valorizando o conhecimento prévio, evita as auto imagens negativas e níveis de ansiedade associados ao insucesso, criando gosto pelo conflito cognitivo e sua resolução. A metáfora e a analogia podem ser um modo de ensinar o aluno a lidar com estes conflitos, quer estes se relacionem com um conceito de realidade física que o aluno possui com essa mesma realidade, ou com duas diferentes estruturas cognitivas relacionadas com a mesma realidade (Stavy, 1991). No entanto, o sucesso na aprendizagem provocado pela dissonância cognitiva, depende do conhecimento anterior do aluno. Se os alunos não tomam consciência que uma determinada teoria ou fenómeno está em contradição com as suas ideias prévias, o conflito não funciona levando ao insucesso na aprendizagem (Dreyfus et al., 1990). Esta aprendizagem por dissonância cognitiva implica que os alunos tornem explícitas as ideias, estejam conscientes da metáfora ou da analogia, das contradições existentes e da necessidade de as resolver de modo a haver a necessidade da aprendizagem. No caso do aluno apresentar concepções alternativas

fortemente instaladas, por vezes, este não é capaz de reconhecer a metáfora e a analogia utilizadas. Neste caso apresentá-las não é suficiente, tendo-se de utilizar cadeias de analogia ou analogias múltiplas. A utilização das analogias intermédias serve como pontes entre a analogia anterior e a subsequente. Cada uma destas analogias devem ser acompanhadas sempre com a discussão para encorajar o aparecimento da actividade intelectual do aluno. Não se pretende, pois, uma simples transferência de conhecimento, mas interagir com o conhecimento preexistente quer este se encontre na forma de concepções alternativas ou de ancoragem (Clement, 1993).

A discussão entre o que é e não é comparável, entre a fonte e o alvo de uma metáfora ou de uma analogia, é uma actividade didáctica que evita a transferência de ideias erróneas da fonte para o alvo. Permite, também, que os alunos possam exprimir as suas ideias, tornando consciente aquilo que implicitamente poderia já estar aprendido. Sutton (1979) defende a necessidade destas discussões, encontrando resultados nos seus estudos que provam que os alunos habituados a discutir a LM utilizada tenham uma capacidade superior de: (i) discriminar factos de opiniões; (ii) resistir às falsas conclusões; (iii) considerarem várias soluções alternativas para os problemas; (iv) usar as experiências anteriores de uma forma cautelosa; (v) apresentar espírito crítico. Estas capacidades são relevantes para a aprendizagem da Ciência.

#### 2.3.6- Limitações da Metáfora e da Analogia na Aprendizagem da Ciência

Sendo consensual que a metáfora e a analogia desempenham um importante papel na aquisição do novo conhecimento e na mudança conceptual, é

necessário referir algumas limitações que podem implicar impedimentos graves para se obter um correcto significado dos conceitos.

Apesar das vantagens para a aprendizagem, a metáfora e a analogia podem transformar-se em “espadas de dois gumes” devido ao facto que: (i) uma metáfora ou uma analogia não ser nunca baseada num encaixe perfeito entre a fonte e o alvo. (há sempre atributos ou relações diferentes entre a fonte e o alvo que podem confundir o aluno); (ii) o raciocínio analógico só ser possível realizar-se se a metáfora e a analogia não forem baseadas em ideias erróneas dos alunos. Se tal acontecesse estas ideias erróneas são transferidas para o alvo; (iii) apesar do raciocínio analógico ser vulgar na vida diária, alargando-se a muitos contextos, a metáfora e a analogia originais e espontâneas de professores e alunos acontecem raramente. É preciso orientação e planificação das actividades da aula para que elas apareçam. Para Dormolen (1991) se a exploração didáctica não for realizada, podem ocorrer alguns problemas de aprendizagem, tais como: (i) os alunos podem interpretar literalmente aquilo que é metafórico; (ii) não coincidir o significado da comparação feita pelo professor com o significado que lhe é dado pelo aluno. Assim, o aluno pode não considerar partes da metáfora e/ou da analogia (atributos e relações) importantes para o significado daquilo que se quer transferir ou confundir a transferência entre atributos e relações; (iii) a comparação não tenha significado algum para o aluno (considerado como um caso extremo).

Um problema educativo a ter em conta é que a utilização da metáfora e/ou da analogia pode levar a erros ou má interpretação, pois há só uma pequena demarcação entre “insight” e “allurement”. É preciso prudência na escolha da metáfora e/ou da analogia para a aprendizagem e para a vulgarização dos

conhecimentos, principalmente quando destinados a não especialistas. A metáfora e a analogia não são definições nem exemplos da nova informação, não são neutras, podendo carregar com elas más interpretações, falta de previsão ou uma distorção ou sobrevalorização de alguns aspectos sobre outros de igual importância.

Outro problema do uso da metáfora e da analogia, que se verificou nos estudos empíricos realizados (Muscari, 1988), é que nem todos os alunos compreendem uma dada metáfora e/ou analogia, ou seja, apesar da função epistémica da LM estar orientada para ajudar a compreensão da informação pelos alunos, quanto mais inovadora for a metáfora ou a analogia mais elitista se torna e só poderá ser compreendida pelos alunos mais bem informados.

Uma limitação referida por Spiro et al. (1989) está relacionada com a aquisição do conhecimento a nível do aprofundamento, ou seja, um conhecimento que ultrapassa os conhecimentos rudimentares, mas que ainda não atinge o nível da especialidade. Neste nível, é necessário saber lidar com uma maior complexidade e saber aplicar o conhecimento. O uso da metáfora e da analogia pode ser redutor, conduzindo a simplificações desse conhecimento, quer por omissão da informação importante na fonte, quer por generalizações inadequadas. Como conclusão, estes autores afirmam que nas formas avançadas de aquisição de conhecimento, a metáfora e a analogia podem ter efeitos negativos na aprendizagem, gerando ideias erróneas, principalmente se forem utilizadas analogias simples. Para aceder a uma compreensão da complexidade conceptual do conhecimento, devem ser utilizados sistematicamente conjuntos integrados de analogias múltiplas (Clement, 1993). Spiro et al. (1989) apresentam, para a aprendizagem, as várias funções das analogias múltiplas, já que estas têm grande importância didáctica pois servem

de antídotos contra as ideias erróneas dos alunos. Assim, podem ter uma função de: (i) *suplemento* - acrescentando aspectos que não estavam tratados nas analogias utilizadas anteriormente; (ii) *correção* - corrigindo aspectos confusos das analogias anteriores; (iii) *alteração* - mudança ou substituição de um atributo/relação não correcto na analogia anterior; (iv) *aprofundamento* - pelo refinamento da analogia anterior; (v) *ampliação* - valorização de um aspecto importante que passou despercebido nas analogias prévias; (vi) *inovação*. - oferecer uma perspectiva inovadora pela compreensão de uma nova maneira de visualizar os fenómenos; (vii) *competição* - pondo em confronto duas analogias para os alunos compreenderem o que é conveniente; (viii) *sequência*-- onde os estádios sucessivos num qualquer processo são representados respectivamente por uma analogia.

O antídoto para os problemas e limitações da utilização da metáfora e da analogia no processo de ensino-aprendizagem, deixando aparecer todo o potencial educativo que a LM possui, pode ser a utilização destas analogias múltiplas que permitem a selecção e a integração dos atributos e das relações essenciais e o controlo da informação pela exploração do que está a faltar, do que é confuso ou do que é inapropriado na fonte de uma dada metáfora ou analogia para atingir um predeterminado objectivo. Utilizar diferentes tipos de metáforas e analogias, como as verbais e as visuais, é outro antídoto didacticamente disponível.

Em síntese:

Se é consensual que o ensino das ciências não deve ser só baseado no conhecimento, mas também no metaconhecimento científico, o papel heurístico da metáfora e da analogia e a sua evolução, num determinado



conceito científico, deverá ser considerado como um aspecto muito importante na aprendizagem das ciências. Permitem que os alunos pensem de uma maneira não usual e pessoal. Professores e autores de manuais escolares deveriam utilizar e produzir a metáfora e a analogia com fins educativos e os alunos deveriam ser treinados a gerarem as suas próprias metáforas e analogias, de modo a facilitar a construção do conhecimento científico, ajudando-os a compreenderem as implicações do seu próprio conhecimento. No entanto, muitas questões se põem à investigação, como por exemplo: A metáfora e/ou a analogia activam os esquemas de conhecimento anteriores e facilitam a estruturação de novos conhecimento, ou induzem ao invés processos de distorção e de modificação de dados próprios do domínio novo para que estes dados se ajustem melhor aos esquemas anteriormente adquiridos? Permitem um armazenamento da informação nova mais durável do que a informação estritamente fornecida sem o uso da metáfora e/ou da analogia?

## CONCLUSÃO

A metáfora e a analogia em Educação em Ciência são, geralmente, valorizadas pela respectiva importância para o processo de aprendizagem, mas a LM desempenha um outro papel importante. A metáfora e a analogia possuem uma potencialidade heurística no desenvolvimento da Ciência o que justifica epistemologicamente a sua utilização na aprendizagem da Ciência.

As diferentes formas de construir, utilizar e representar a metáfora e a analogia conduziram à formulação de hipóteses, à descoberta científica, ao desenvolvimento teórico e experimental e à explicação, à demonstração e à avaliação das teorias científicas ao longo da História da Ciência.

Na aprendizagem da Ciência, a metáfora e a analogia desempenham um importante papel pois que desenvolvem competências cognitivas, tais como, o desenvolvimento do grau da percepção, da imaginação, da criatividade, da resolução de problemas e do raciocínio analógico, desenvolvendo, também, capacidades de pensamento científico tais como comparar, prever, inferir e hipotetizar. A metáfora e a analogia na aprendizagem da Ciência desempenha, também um importante papel didático pois que pode concretizar conceitos abstractos, conexionar conhecimentos a aprender com conhecimentos já existentes, ligar o conhecimento com o mundo real, contribuir para a identificação das concepções alternativas e para a aquisição e mudança conceptual, criar conflito cognitivo, servir de ponte entre o domínio afectivo e cognitivo provocando a motivação e o gosto pela aprendizagem. Considerando outra perspectiva de análise sobre a metáfora e a analogia na aprendizagem da Ciência elas podem ser elementos primordiais para a aquisição e desenvolvimento de um domínio da linguagem próxima da comunidade científica permitindo a compreensão da Ciência em termos da vulgarização científica contribuindo, assim, para uma cultura científica básica dos cidadãos.

## Capítulo IV

### A METÁFORA, A ANALOGIA E O ENSINO

#### INTRODUÇÃO

É na década de 1980/90 que o estudo sobre a metáfora e a analogia no ensino/aprendizagem das ciências através da sua utilização em contexto de sala de aula, se tornou relevante. Constata-se, então, a utilização da metáfora e da analogia pelos professores nas aulas de ciências, nomeadamente para “ensinar”, para clarificar, desmistificar e humanizar conceitos e processos científicos, não os isolando da actividade humana quotidiana e dos processos sociais, combatendo, assim, o hermetismo característico da linguagem científica a que Lemke (1990) chama “a mística da Ciência” (p.134). Surgem, então, alguns trabalhos que irão constituir a base empírica e teórica para a análise da problemática do uso da LM em contexto de sala de aula. Todavia, neste contexto, são ainda poucos os estudos realizados sobre o uso da metáfora e da analogia por parte dos professores de ciências, nas suas rotinas de ensino, com o objectivo de ajudarem os alunos a construírem o seu próprio conhecimento (Treagust et al., 1992).

A formação de professores constituiu uma importante etapa na fase da construção do objecto desta investigação, porque quer sob o ponto de vista de formação, quer sob o ponto de vista de investigação sobre a formação, a LM estrutura o nosso conhecimento sobre o processo de ensino-aprendizagem e a sua utilização adequada pode melhorar este processo.

Os manuais escolares são uma fonte de informação através da leitura, o que poderá significar a existência, na aprendizagem das ciências, de mais um

factor de dificuldade para muitos dos alunos, inclusive para aqueles que se encontram em níveis elevados de escolaridade, devido à complexidade inerente aos mecanismos cognitivos envolvidos nos processos de extracção da informação através da leitura. Analisaram-se os manuais escolares, como elementos importantes intervenientes no ensino, pois que, para o próprio professor, principalmente para os iniciados ou para os que não dominam os conteúdos a ensinar, o manual constitui uma importante fonte curricular (Lee, 1995), determinando o currículo e a sequência dos conteúdos, por vezes, de uma forma mais importante que os próprios programas oficiais.

Ao abordar teoricamente a metáfora, a analogia e o ensino surge, assim, a necessidade do estudo das práticas dos professores, da sua formação e dos manuais escolares.

## 1 - A METÁFORA, A ANALOGIA E AS PRÁTICAS DE ENSINO

A utilização e exploração didáctica da metáfora e da analogia na sala de aula de ciências, em qualquer nível de ensino, é um assunto pouco considerado na literatura sobre Educação Científica. A prova mais evidente dessa ausência é a escassez de estudos validados de construção e avaliação de modelos de ensino assistidos pela metáfora e pela analogia, principalmente aqueles que são centrados nos alunos. Presume-se que este facto se deva aos poucos anos de investigação científica sobre a LM em Educação, à natureza tradicional e conservadora do ensino escolar, às concepções dos professores sobre a natureza da Ciência e ainda às dificuldades de investigação em contexto de sala de aula. Na realidade, uma enorme complexidade envolve a exploração didáctica da metáfora e da analogia na sala de aula já que a mesma obriga à mobilização de muitos saberes multidisciplinares, de

concepções e de factores não controlados. Se há, por vezes, neste contexto, compatibilização pedagógica programada e deliberada entre os referentes escolares usados, noutras ocasiões surgem conflitos geradores de dilemas que têm de ser resolvidos durante a própria aula. Os professores têm, assim, de integrar as variáveis pedagógicas em jogo, o que se traduz num saber profissional prático próprio, ou seja, num estilo de ensino, dificilmente tematizável. Considera-se, aqui, e de acordo com Entwistle (1988), estilo de ensino como a preferência estável por um modo particular de actuar do professor o que implica uma organização das estratégias de ensino. O estilo de ensino está relacionado com o estilo cognitivo, as características individuais do professor, as competências sobre o conhecimento pedagógico e sobre os conteúdos que ensina e as concepções sobre o que é ensinar ou, mais especificamente, sobre qual o papel do professor, do aluno e do conhecimento.

#### Panorâmica dos estudos já realizados

Da literatura existente sobre a metáfora e a analogia no ensino das ciências, em situação de sala de aula, pode-se inferir, a existência de duas linhas principais de investigação centradas na actuação do professor e referentes a:

- (i) - Modelos de ensino, assistido pela metáfora e pela analogia em contexto de sala de aula
- (ii) - Estratégias de utilização e exploração didáctica da metáfora e da analogia.

Faz-se, em seguida, uma breve síntese sobre os conhecimentos actuais nestes dois campos.

### 1.1- Modelos de Ensino Assistidos pela Metáfora e pela Analogia

Toda a complexidade e globalidade da vida em sala de aula implica que, frequentemente, os professores solicitem modelos de ensino pré estabelecidos, embora estes não sejam, no entanto, bem aceites pelos próprios professores. A literatura existente apresenta alguns modelos de ensino das ciências assistidos por metáforas e analogias, muito embora alguns desses modelos não estejam suficientemente validados através de estudos empíricos. Da análise dessa literatura podemos, no entanto, retirar conhecimentos relevantes para o enquadramento teórico da problemática abordada neste estudo.

Segundo Harrison e Treagust (1993) qualquer que seja o modelo utilizado terá de ter em consideração três aspectos fundamentais: (i) conhecer o “background” dos alunos para poderem ser escolhidas as metáforas e as analogias conhecidas da maior parte dos alunos; (ii) identificar os atributos e as relações partilhadas entre a fonte e o alvo construindo um património de conhecimento comum entre o aluno e o professor; (iii) explicitar bem os casos em que os atributos e as relações não se aplicam à aprendizagem pretendida.

Um dos exemplos de um modelo de ensino assistido por metáforas e analogias é o apresentado por Cachapuz (1990) que sugere um modelo com as seguintes fases para aplicação na sala de aula:

1ª - apresentação da situação problema/conceito pertencente ao domínio em estudo; 2ª - introdução do(s) conceito(s) pertencentes ao domínio familiar; 3ª - exploração interactiva da correspondência estabelecida; 4ª - estabelecimento dos limites da analogia. A selecção do domínio familiar pode ser da responsabilidade do aluno ou do professor. Este facto implica estratégias diferenciadas de

exploração didáctica. No caso de serem os professores a introduzir a analogia, esta servirá como organizador prévio, no entanto, se for o aluno a fazer essa escolha será necessário “reelaborar as representações existentes, diferenciando-as em extensão ou reconstruindo-as em novos modelos interpretativos”.

Por outro lado, Pope e Shaw (1979) partem do pressuposto de que o ensino e a aprendizagem devem ser uma negociação entre os conceitos públicos usados pelos professores e as pré-concepções dos alunos. Na continuidade deste ponto de vista os autores desenvolveram um modelo de ensino para responder à seguinte questão: - como serão capazes os alunos de partilhar as metáforas e as analogias usadas pelos professores para as utilizarem como factores de aprendizagem? A resposta a esta questão implica, segundo estes autores, que haja:

1º - explicitação das intenções do professor; 2º - explicitação das metáforas e das analogias usadas pelo professor; 3º - interrelação das metáforas e das analogias utilizadas com os pré-conceitos dos alunos; 4º - o uso subsequente dessas metáforas e analogias pelos alunos.

Segundo Sutton (1978) embora não esteja ainda bem comprovado que papel a metáfora e a analogia desempenham, ou deveriam desempenhar, na aprendizagem quotidiana pelos alunos nem quando e como e em que condições é que os alunos espontaneamente geram metáforas e analogias, estes devem ser estimulados a gerarem as suas próprias metáforas e analogias porque pensar sistematicamente desse modo desenvolve as competências cognitivas e pessoais e, também, o sentimento de autoconfiança.

Para que este estímulo se verifique, Sutton estabelece o seguinte modelo de exploração didáctica:

1º - Alargar a analogia, oferecendo informações gerais simplificadas de modo a que os alunos as possam ligar com “itens” específicos de informações; 2º - Discutir as metáforas e as analogias baseadas nos conceitos alternativos que os alunos possuam. Isto traduz-se didacticamente dando tempo e oportunidade para os alunos gerarem por eles próprios as suas metáforas e/ou analogias; 3º - Valorizar raciocínios “não convencionais” não lhes impondo um didactismo disciplinado. Deixar os alunos “brincar” com palavras, libertando a fantasia”\*; 4º - Tolerar linguagem imprecisa. Este “item” está relacionado com o anterior. Os professores de ciências, na sua maioria, pretendem definições precisas fazendo uma distinção simplista entre verdade e imaginação para a compreensão dos conceitos e processos científicos. Nesta linha de exploração didáctica Sutton põe em questão o que é “Ciência normal” e “Educação em Ciência normal”.

O conceito de Ciência e de Educação em Ciência sofre uma transformação profunda. Dentro desta perspectiva será preciso que os professores estejam conscientes desse facto e tenham uma abordagem “flexível” ao ensino das ciências considerando que só uma pequena percentagem de alunos serão futuros cientistas.

Sanders e Sanders (1984) baseados nos conhecimentos resultantes das investigações sobre os aspectos linguísticos da metáfora, a especialização cerebral e os processos de processamento da informação desenvolveram um modelo didáctico a que chamaram “método de ensino metafórico”. Os autores propõem neste modelo o uso sequencial de diferentes tipos de analogias:

---

\*Como por exemplo “o cabelo é um ecossistema completo” ou “não se aproximem daquele pássaro morto. Há dez metros de radiações de moscas à volta dele”.



A implementação do modelo começa: 1º - pelo uso de analogias directas desenvolvendo-se uma comparação entre os domínios diferentes em jogo. Segue-se 2º - a utilização de analogias pessoais tornando pessoal aquilo que não o é. Termina-se com 3º - o uso de analogias conflituosas, confrontando e justapondo as imagens e os conceitos trabalhados, capitalizando a energia e o estímulo gerados pelas analogias directas e pessoais usadas anteriormente.

Segundo os autores, este modelo não é uma técnica que se destina somente a provocar uma aprendizagem melhor e mais rápida. Ele introduz uma premissa educacional revolucionária, pois que a mente metafórica situada no hemisfério cerebral direito pode, continuamente e de uma forma positiva, estimular a mente racional situada no hemisfério esquerdo despoletando um processo sinérgico. Assim, a distância entre a ignorância e o conhecimento conceptual é diminuída pela utilização do método metafórico proposto.

Barrel e Oxman (1984) propõem o seguinte modelo, centrada na aprendizagem, para desenvolver as capacidades dos alunos de utilizarem a LM desenvolvendo o espírito crítico:

- 1º- explorar o significado da LM quotidiana utilizada pelos alunos;
- 2º- analisar metáforas e analogias usadas em diferentes áreas do conhecimento;
- 3º- criar LM adaptadas à aprendizagem de conceitos abstractos;
- 4º- avaliar essa LM através de uma discussão alargada.

Zeitoun (1984) elaborou um modelo de ensino para ser utilizado em contexto de sala de aula, a que chamou “General Model for Analogy Teaching” conhecido por GMAT. Desenvolve-se nas seguintes nove fases:

- 1º- Identificar as características dos alunos relacionadas com a aprendizagem por analogia;
- 2º- Avaliar o conhecimento anterior

dos alunos sobre a fonte; 3º- Analisar o material a utilizar; 4º- Julgar se a analogia a ser usada é apropriada; 5º- Determinar as características da analogia; 6º- Seleccionar a estratégia de ensino e o modo de apresentar a analogia; 7º- Apresentar a analogia aos alunos; 8º- Avaliar os resultados resultantes do uso da analogia; e 9º- Rever as fases deste modelo.

Mais recentemente, Glynn (1991) propôs um outro modelo, desenvolvido pela análise prévia de manuais escolares, conhecido por TWA (Teaching With Analogies). No TWA distinguem-se as seguintes fases:

1ª - Introduzir o conceito alvo; 2ª- Lembrar situações análogas conhecidas aos alunos; 3ª - Identificar as características mais relevantes da fonte; 4ª - Relacionar as semelhanças entre a fonte e o alvo; 5ª - Concluir sobre o conceito alvo; 6ª - Identificar os aspectos em que a analogia não se aplica.

O modelo de Glynn é, talvez, o mais conhecido. No entanto, Harrison e Treagust (1993) alteraram o modelo, permutando a 5ª com a 6ª fase argumentando que não se pode tirar conclusões sobre o conceito a aprender sem identificar os atributos que não são partilhados.

#### 1.2- Estratégias de Utilização e Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia em Contexto de Sala de Aula

Os estudos que incluem observações de aulas referem com frequência, nas suas conclusões, que os professores utilizam a metáfora e/ou a analogia de uma forma espontânea e acrítica. Usam também outras formas de linguagem figurativa e exemplos não os diferenciando da metáfora nem da analogia (Thagard, 1992 e Treagust et al., 1992). As razões prováveis subjacentes a esta situação, prendem-se com a falta de formação adequada dos professores de ciências sobre a utilização da metáfora e da analogia no ensino (Cachapuz

e Oliveira, 1990), um requisito que é essencial devido às diferentes funções que a metáfora e a analogia podem desempenhar e que implica o conhecimento de abordagens didáticas diferenciadas.

Petrie (1979), refere três níveis de funções da metáfora e da analogia no ensino: (i) a metáfora e a analogia como um instrumento heurístico; (ii) a metáfora e a analogia como uma forma de evitar a precisão analítica do pensamento (o que poderá ter o inconveniente de levar os alunos a uma compreensão errônea dos conceitos); (iii) a metáfora e a analogia como um instrumento de ajuda para os alunos compreenderem novos conhecimentos. Neste caso, o autor pressupõe que a aquisição de conhecimento é influenciada pelo modo de apresentação das ideias. A aprendizagem conduziu ao processamento cognitivo de dados organizados em regras. Neste último nível a metáfora e a analogia servirão de ponte entre uma imagem vivida, às quais determinadas regras podem ser aplicadas o que produz uma mudança de contexto que ajuda a organizar uma nova representação mental, onde essas mesmas regras também se podem aplicar. Esta terceira função é, essencialmente, usada pelos professores que têm uma perspectiva construtivista do conhecimento.

A tese de que o modo de apresentação de uma metáfora e/ou de uma analogia tem relevância na aprendizagem pelo aluno, é também defendida por Kelly (1969), que define duas formas de apresentação dessas metáfora e/ou analogia: (i) interpretativa; (ii) convidativa. A primeira está ligada ao conteúdo do que é afirmado independentemente de como se afirma. (e.g. “as células são blocos de construção”). A segunda implica que pode haver uma interpretação diferente do conteúdo porque depende de como se diz. (e.g. “vamos supor que as células são blocos de construção”).

Dagher (1995), observando as metáforas e as analogias que os professores utilizavam na sala de aula, refere que elas são utilizadas para diferentes funções no processo de ensino/aprendizagem. As funções predominantes são as funções de descrição ou explicação. As funções avaliativas (ou outras) orientadas para os processos de aprendizagem pelos próprios alunos, ou ainda para funções metacognitivas, são raramente utilizadas.

Esta autora classificou as analogias segundo as seguintes categorias (baseadas na sua utilização pelos professores nas respectivas rotinas de ensino): (i) analogias compostas (quando o professor utiliza mais que uma fonte para explicar várias ideias relacionadas com o alvo); (ii) analogias narrativas (quando o professor usa uma fonte para explicar vários conceitos do alvo)\*; (iii) analogias processuais (quando o professor a associa a processos em Ciência quer em sala de aula quer em laboratório); (iv) analogias periféricas (quando a analogia utilizada depende de outra considerada central)\*; (v) analogias simples (quando a fonte é ligada ocasionalmente ao alvo\*).

Para o professor, quaisquer que sejam as suas concepções, os seus conhecimentos ou o seu estilo de ensino, a questão central que quer resolver quando usa uma metáfora ou uma analogia tem a ver com o modo de

---

\*Esta categoria é oposta à anterior. A autora chamou-lhe “narrativa” devido à fonte ter de ser dinâmica e aparecer como se fosse uma história

\*Esta categoria não tem existência por si própria, mas está integrada na analogia principal e normalmente é gerada espontaneamente como um pensamento complementar.

\*Não se considera simples pelas conexões óbvias entre a fonte e o alvo mas pela sua brevidade de referência. O que a distingue das analogias periféricas é que precisam de ser exploradas posteriormente.

exploração dessa metáfora ou dessa analogia de forma a que os alunos cheguem à aprendizagem desejada. Esta questão não é simples, porque tem várias abordagens possíveis, envolvendo estratégias de intervenção diferenciadas adequadas a diversos contextos educativos, nomeadamente os relacionados com os alunos, os professores e os conteúdos. Sabe-se, também, que em situação educativa, as razões do uso da metáfora ou da analogia são orientadas pela percepção, por parte de quem as usa, de como é que elas funcionam. Ter em conta todos estes factores implica a definição de diferentes objectivos educativos e, consequentemente, a aplicação de diversas metodologias de exploração da metáfora e da analogia em sala de aula.

Têm vindo a ser referenciados por alguns investigadores os aspectos mais relevantes a ter em consideração na exploração didáctica da metáfora e da analogia. Assim, Howard (1989) aconselhou que os professores utilizassem a metáfora e a analogia no seu quotidiano para tornarem o ensino mais compreensivo e interessante sendo, contudo, importante o professor assinalar e referir explicitamente que está a usar uma metáfora ou uma analogia, visto que os alunos têm de estar conscientes de que estas estão a ser utilizadas (Fraser, 1979).

Quando se usa uma metáfora ou uma analogia para o ensino de um conceito científico é necessário ter, também, em conta o grau de familiaridade que os alunos têm, na realidade, com o conceito que é escolhido e usado como familiar (Howard, 1989). Se o conhecimento anterior dos alunos é restrito, eles não poderão compreender aquilo que é comparado. É necessário um conhecimento comum, para ligar os novos conceitos a conceitos anteriores. Se estes não existem, a metáfora ou a analogia não funciona (Webb, 1985). Curtis e Reigeluth (1984) afirmam que é essencial fornecer informação adequada

sobre a fonte para que os alunos conheçam o domínio familiar. Para se assegurar que existe o conhecimento do domínio familiar, o professor deve segundo Howard (1989) explicar a metáfora ou a analogia depois de a utilizar. Para essa explicação, o professor deve mostrar as relações estabelecidas entre a fonte e o alvo, apresentar várias metáforas e/ou analogias para o mesmo alvo, discutindo com os alunos as potencialidades e limitações de cada uma delas e explicar as interpretações erróneas mais comuns que cada metáfora ou analogia utilizada possa implicar. Se estas interpretações erróneas se verificarem, devem então utilizar-se mais metáforas e analogias que serão discutidas até que se chegue a interpretações correctas (Thagard, 1992 e Treagust et al., 1992).

Outras estratégias didácticas defendidas por Goswami (1992) são o questionamento, a contextualização e as instruções explícitas por parte do professor de modo a possibilitar aos alunos a transferência analógica.

Por sua vez, Bauer e Richtie (1986) citados por Treagust et al., (1992) e Thagard (1992) propõem que o professor mude os papéis da fonte e do alvo várias vezes, porque assim a fonte pode ser compreendida numa nova perspectiva, nomeadamente na perspectiva do alvo\*.

De acordo com Dagher (1995) o carácter interactivo da metáfora e da analogia é essencial para a ocorrência de uma “negociação do significado” (p.269). Para que se obtenha essa interacção é indispensável a discussão com os alunos. (Thagard, 1992, Treagust et al., 1992 e Baechle et al., 1990). Estes autores chamam ainda a atenção para a importância da discussão com os alunos como uma forma de promover uma exploração interactiva da metáfora e

---

\*Bauer e Richtie chamam a este processo didáctico uma exploração dual da analogia.

da analogia, assim como referem a importância da formação de professores como o meio essencial para a consciencialização da necessidade da utilização do “feed-back” e de reformulação de estratégias didáticas para melhorar a compreensão e interpretação da metáfora e da analogia. Thagard (1992) refere a necessidade dos professores permitirem aos alunos a discussão da metáfora e da analogia utilizadas de modo a: (i) poderem detectar as interpretações erróneas das relações estabelecidas; (ii) promoverem o desenvolvimento de uma actividade metacognitiva que permitirá aos alunos compreenderem as interrelações entre a fonte e o alvo.

O mesmo autor recomenda, ainda, que os atributos/relações estabelecidas entre os dois domínios não sejam nem muito alargadas nem muito restritas e que os professores promovam uma “terapia da analogia” (p. 541), ou seja, proporcionem a oportunidade de os alunos gerarem as suas próprias analogias e fomentem o aparecimento de metáforas e/ou de analogias espontâneas. No caso destas serem muito estruturadas e poderem ser compreendidas como literais ou, sendo pouco estruturadas, permitirem estabelecer relações tão abertas que as conexões entre o alvo e a fonte se podem perder ou, ainda, no caso de serem incipientes ou pouco apropriadas, devido à provável falta de conhecimento apresentado pelos alunos, as mesmas podem, no entanto, servir de base para a construção de metáforas e de analogias mais elaboradas e adequadas .

Com base no “método metafórico de ensino” que propõem, constituído pela aplicação sequencial de diferentes tipos de analogias, Sanders e Sanders (1984) defendem estratégias de ensino, com base cognitiva, que têm subjacentes o desenvolvimento de formas metafóricas de pensamento nomeadamente:

(i) estratégias simbólicas, substituindo um símbolo abstracto por um objecto concreto, visual ou um processo; (ii) estratégias comparativas, comparando sinergeticamente imagens ou conceitos para atingir um efeito que é maior que a soma das partes de um determinado sistema; (iii) estratégias integrativas, ligando as experiências físicas, psíquicas e sensoriais do aluno com a imagem metafórica usada; (iv) estratégias inventivas para criar um nível novo de consciência pessoal e de percepção criativa.

Para que este modelo possa funcionar, os autores aconselham os professores a criarem um clima criativo nas suas aulas realçando a necessidade do desenvolvimento de características pessoais e profissionais dos professores e o uso de determinadas actividades didácticas. Como actividades propõem a utilização de questões abertas, isto é, com mais de uma resposta possível. e de expansão (e.g. “imagine que ...” ou “se fosse ...”) e a utilização frequente da avaliação formativa para permitir o desenvolvimento pessoal dos alunos. Como características pessoais e profissionais realçam a importância dos professores: (i) aceitarem diferentes respostas correctas; (ii) tolerarem atitudes de jogo na sala de aula; (iii) desenvolverem o pensamento não convencional; (iv) desenvolverem a criatividade, tentando abordar de uma forma diferente os conteúdos e deixando os alunos terem ideias “arriscadas”; (v) respeitarem a dignidade dos alunos não os ridicularizando de modo a que eles possam ser espontâneos sem recearem ser criticados; (vi) terem uma personalidade flexível para que os alunos possam aprender a ser abertos a ideias não comuns e a perspectivas consideradas estranhas; (vii) discutirem e confrontarem opiniões generalizadas; (viii) fundamentalmente, terem uma atitude dialogante por forma a que os alunos não sejam forçados a adivinhar o que o professor tem mente e a responderem de acordo com o ponto de vista e a vontade do professor, contrariando, assim, com esta atitude, o conformismo.



Sob o ponto de vista de ensino, é importante considerar os critérios para se formular uma boa metáfora ou analogia (cf. II Parte, Cap I). A metáfora e a analogia podem ser utilizadas com uma função heurística. Elas não dão uma conclusão certa mas permitem uma abordagem do possível ou do provável. Os domínios do alvo e da fonte podem mesmo ser diferentes, tendo somente isomorfismos parciais, permitindo, assim, que a metáfora ou a analogia atribua propriedades novas ao conceito em estudo (Dupin e Johsua, 1994). No ensino, a apresentação de uma fonte concreta facilita a compreensão de um alvo abstracto, porque põe em evidência as semelhanças entre o mundo concreto dos alunos e o conceito abstracto a ser aprendido (Duit, 1991). Relativamente aos atributos, Licata (1988) advoga que aqueles que não são partilhados são, por vezes, a causa principal de visualização imagética pelos alunos e, por essa razão, deverão ser explorados em sala de aula. Considera que os atributos não partilhados são tão intuitivos para os alunos como os partilhados e que uma boa metáfora ou analogia, se devidamente explorada, pode partilhar um só atributo. A opinião de Licata (1988) contraria, assim, a opinião generalizada que preconiza que uma boa metáfora ou analogia é aquela que partilha o maior número possível de atributos. Consequentemente, segundo esta última linha de pensamento, Gineste (1984) advoga que os dois domínios devem ser estruturalmente definidos, os conceitos e as respectivas relações especificados com precisão. Para Howard, (1989), o professor deve escolher o conceito - fonte mais semelhante possível com o do alvo para que o maior número de aspectos se possam aplicar, uma vez que nem todos os aspectos de um conceito se podem transferir para outro. Depreende-se que, portanto, uma metáfora ou uma analogia é “boa” quando a estrutura representando o domínio da fonte abrange, sob o ponto de vista cognitivo, a estrutura do outro domínio,

ou seja, quando os cruzamentos e as relações se ajustam perfeitamente, sendo as estruturas do conhecimento equivalentes para os dois domínios equivalentes. Dupin e Johsua (1994) defendem que para facilitar a transferência entre a fonte e o conceito alvo é preciso, também, apresentar a relação estabelecida sem características que possam dificultar a evidência dos aspectos pertinentes.

### 1.3- Limitações e Perigos da Utilização da Metáfora e da Analogia

Apesar de todas as potencialidades que o uso da metáfora e da analogia têm como instrumento de ensino, vários autores têm apontado a existência de alguns perigos na sua utilização que deverão ser evitados. Por exemplo, Gentner e Gentner (1983) e Rumelhart (1979) recomendam o cuidado a ter com a utilização de “más” metáforas ou analogias, ou seja, uma estrutura de conhecimentos cujo grau de abrangência com a estrutura a adquirir seja fraca. Se isto acontecer não poderá haver uma interpretação correcta, dado que o esquema retido não é adequado. Dupin e Johsua (1994) chamam a atenção para as metáforas e analogias onde o isomorfismo é atenuado. Apesar de serem mais criativas são, no entanto, também mais perigosas, obrigando o professor a delimitar os domínios de validade mais cuidadosamente.

Outra área problemática decorre, exactamente, da constatação de que a exploração didáctica da metáfora e da analogia é o ponto fulcral para a sua utilização eficaz no ensino. Se a exploração didáctica não se fizer a utilização da metáfora e da analogia pode provocar aprendizagens incorrectas, causar interpretações erróneas e impedir novas aprendizagens (Dagher, 1995 e Thiele e Treagust, 1991). Como antídoto contra as interpretações erróneas que possam surgir com o uso da metáfora e da analogia, Harrison e Treagust

(1993) e Spiro et al., (1981) defendem o uso das metáforas ou das analogias múltiplas e/ou complementares. Para que uma metáfora ou uma analogia seja eficaz no ensino, é necessário que a sua utilização seja repetida para diferentes situações comparando-as vendo o que é semelhante e diferente em cada uma dessas situações. A utilização renovada permite uma análise das semelhanças e das diferenças que, por sua vez, facilita a construção de um esquema cognitivo aplicável a uma classe de situações pela compreensão das relações estabelecidas (Dupin e Johsua, 1994). Um aspecto a ser considerado no uso das analogias múltiplas é que elas podem causar confusão. Se um aluno não extrai o conhecimento pretendido de uma analogia prévia, então, este facto pode evitar ou impedir a extracção do conhecimento das analogias usadas posteriormente (Goswani, 1992). Assim, a consciencialização que as analogias múltiplas podem provocar efeitos positivos e negativos no conhecimento é de relevante importância didáctica.

É preciso ter em atenção que: (i) a metáfora e a analogia nunca são descrições “objectivas” do mundo “real” mas representações provisórias; (ii) novas observações podem vir a alterar e tornar caducas; (iii) por conseguinte, a metáfora e a analogia são, sobretudo, uma fonte de investigação nova (Gentner e Gentner, 1983). A LM não sendo utilizada e explorada didacticamente tendo como base estas asserções, os alunos correm o risco de as conceptualizarem como “verdades” intangíveis e definitivas, construindo com estas “verdades” representações “fechadas” ou erradas do mundo.

Dormolen (1991) sustenta, por sua vez, que a exploração didáctica feita pelo professor deve incluir a explicitação e a limitação dos atributos e das relações que se querem significantes, no quadro da comparação feita, pois que uma anomalia na compreensão pode dar origem a uma aprendizagem incorrecta.

A interpretação de uma metáfora ou de uma analogia pelo aluno deve ser congruente com a desejada pelo professor, já que as intenções do professor ao utilizá-las podem não ser interpretadas pelo aluno da forma desejada (Dagher, 1995, Dormolen, 1991 e Petrie, 1979). Um aspecto que se considera relevante ser considerado na exploração didáctica da LM é ter sempre presente as diferentes formas de compreensão das metáforas e das analogias pelos adultos (professores) e pelos jovens (alunos). Não existem estudos conhecidos que abordem didacticamente este problema, mas pode-se fazer uma transferência dos resultados obtidos em estudos realizados sob o ponto de vista cognitivo (c.f. II Parte, Cap. II - A Metáfora, a Analogia e o Desenvolvimento Cognitivo). Na sala de aula este facto pode transformar-se numa limitação do uso da LM se não se desenvolverem algumas estratégias didácticas apropriadas. Assim, o professor tem de averiguar se para uma determinada metáfora e/ou analogia os alunos as compreenderam no que respeita aos atributos ou às relações, se o foco da semelhança a transferir foi o alvo ou a fonte, se os atributos mais salientes para o professor o são também para o aluno e se a metáfora e/ou a analogia são interpretadas conjuntamente pelo professor e pelo aluno da mesma forma (conceptual ou sensorial).

Dormolen (1991) chama ainda a atenção para um ponto importante na exploração didáctica da LM relacionada com a metáfora e a analogia mortas. Este tipo de metáfora e de analogia pode trazer dificuldades à aprendizagem dos alunos, por lhes serem demasiado familiares sendo, então, interpretadas como tendo significado literal, não estando os alunos conscientes que se trata de uma metáfora ou de uma analogia. Podem fazer coincidir o significado literal com o metafórico, resultando que esse significado literal actue como modelo. Se o professor não está alertado para este perigo pode deixar que o

significado que parece literal coincide com o significado desejado o que não é apropriado para certas aprendizagens. O exemplo mais comum representativo deste problema é a expressão usual “corrente eléctrica” que é uma expressão metafórica literalizada baseada nas correntes hidráulicas (que são processos mecânicos) em que muitos atributos da fonte não se podem aplicar ao alvo, não podendo, assim, ser transferidos integralmente, por não serem adequados à aprendizagem dos circuitos eléctricos (Glynn et al., 1989 e Gentner e Gentner, 1983).

Outro problema de ensino que se pode verificar é este: a metáfora e/ou a analogia que acompanham uma teoria científica são tão simples, sedutoras e atractivas que são difíceis de abandonar (como na metáfora da caverna de Platão, onde os homens confundem a sombra projectada do real com a realidade).

O professor, em suma, tem de ter cuidado com o contexto e o nível de detalhe em que utiliza e explora a metáfora ou a analogia (Dagher, 1995). No ensino das ciências, o poder especulativo da metáfora e da analogia deverá transformar-se gradualmente em procedimentos mais explícitos, racionais e selectivos. Manter a metáfora ou a analogia depois da relação estar compreendida e definida pode inibir o processo de construção do conhecimento científico (Muscari, 1988).

Em síntese:

Após a apresentação de alguns modelos de ensino assistidos pela metáfora e pela analogia e enunciadas algumas estratégias a ter em consideração na exploração didáctica da LM, poderá afirmar-se que a metáfora e a analogia são um importante e poderoso instrumento didáctico para o ensino, na medida em

que são motivantes e estimulantes, geradoras de novas ideias e facilitadoras da aquisição de novos conceitos pela resolução de problemas e pelo desenvolvimento do pensamento criativo. A LM tem diferentes funções no processo de ensino-aprendizagem podendo ser utilizada pelo professor para motivar, descrever, clarificar, explicar, avaliar, reformular estratégias didáticas e promover actividades metacognitivas que conduzam à aquisição de novas representações mentais do conhecimento. Todavia, os professores de ciências devem estar atentos às suas limitações, assim como às suas potencialidades necessitando de saber explorá-las didacticamente, para não se correr o risco dos alunos ficarem com ideias incorrectas ou presos à metáfora ou à analogia utilizada, bloqueando futuras aprendizagens.

A discussão com os alunos, utilizada como uma estratégia interactiva de exploração didáctica, sobre os domínios da metáfora e/ou da analogia (familiaridade da fonte e grau de isomorfismo desta com o alvo) e sobre os seus limites e contexto, parece ser um dos pontos cruciais de modo a delimitar os perigos da utilização da LM. Deixar os alunos gerarem as suas próprias metáforas e/ou analogias, indicar, aos alunos, que está a ser utilizada a LM, utilizar metáforas e/ou analogias múltiplas, escolher “boas” metáforas e/ou analogias e o modo de apresentação destas parecem ser estratégias didáticas que influenciam eficazmente o uso da LM em contexto de sala de aula. Mais especificamente, no ensino das ciências, realçar que metáforas e analogias são representações provisórias do mundo e transformar, gradualmente, a linguagem metafórica em linguagem mais explícita e rigorosa, conduz a uma aprendizagem mais significativa de procedimentos e conceitos científicos.

A utilização, no processo de ensino-aprendizagem, da metáfora e/ou da analogia possui grandes potencialidades, mas também apresenta limitações, o que implica uma utilização consciente da LM nas actividades de ensino, tomando-se, assim, como essencial o conhecimento das formas e implicações da utilização da metáfora e da analogia na formação de professores.

## 2 - A METÁFORA, A ANALOGIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A utilização da LM na formação de professores baseia-se nos seguintes pressupostos:

- (i) as metáforas e as analogias usadas pelos professores para conceptualizarem o seu papel no ensino são um ponto fulcral para a reflexão sobre o ensino e a aprendizagem (Tobin, 1989), permitindo a inovação e as mudanças de práticas pela construção e reconstrução do próprio conhecimento profissional (Knowles, 1990);
- (ii) a metáfora e a analogia são instrumentos poderosos para investigar o pensamento profissional dos professores transmitindo, subsequentemente, questões claras acerca das estruturas cognitivas (Munby, 1986) permitindo a auto-organização (Briscoe, 1991) pela categorização da experiência e organização da acção (Tobin et al. 1994);
- (iii) as metáforas e as analogias utilizadas por cada professor, como forma de representação da respectiva função como profissional (e.g. comando um navio difícil), constituem modelos de pensamento traduzidos em modelos de acção e, por consequência, as concepções pessoais sobre o papel do ensino, a forma como os alunos aprendem ou deveriam aprender, o que é a escola, o professor e o aluno e respectivas relações, as expectativas sociais, nomeadamente da

comunidade local sobre o papel do professor, as concepções epistemológicas sobre os conteúdos a ensinar e as experiências anteriores, traduzem-se no modo como os professores planeiam e implementam na sala de aula os currículos, as metodologias, as técnicas didáticas, a gestão e o controlo da sala de aula, a motivação e a avaliação. (Tobin e Ulerick, 1995, Briscoe, 1991, Tobin e Espinet, 1989, Tobin, 1987, Tobin e Frazer, 1987 e Tobin e Gallagher, 1987).

### Panorâmica dos Estudos Realizados

Da análise da literatura existente, pode-se considerar que a metáfora e a analogia podem ser utilizadas no processo de formação inicial e contínua de professores essencialmente como:

- (i) - instrumento de aprendizagem
- (ii) - instrumento de ensino
- (iii) - instrumento de inovação
- (iv) - instrumento de investigação.

A metáfora e a analogia consideradas como os instrumentos acima referidos, podem ser utilizadas com objectivos diferenciados de formação de professores:

- (i) - para a formação pessoal e profissional
- (ii) - para a construção de modelos e estratégias a utilizar na sala de aula de uma forma adequada na (futura) vida profissional com os respectivos alunos
- (iii) - como auxiliar de aquisição dos conhecimentos, quaisquer que eles sejam, constantes dos currículos de formação.

Com base na análise da literatura realizada neste domínio estabeleceu-se um quadro do pensamento teórico, segundo quatro áreas que parecem ser as mais relevantes para a compreensão do papel da LM na formação de professores:



- Utilização da LM como formação pessoal e profissional
- A exploração didáctica da LM na sala de aula
- A formação para a inovação
- A investigação na formação.

## 2.1- Utilização da Metáfora e da Analogia como Formação Pessoal e Profissional dos Professores

O objectivo do que se designa por formação pessoal e profissional de professores é promover a auto-formação e a construção de uma prática reflexiva de cada professor de forma a alcançar um nível de consciência e coerência dos seus conhecimentos e das suas práticas de ensino (Schön, 1983). Nesta perspectiva formativa, o desenvolvimento e a análise da metáfora e da analogia que são usadas por cada professor no desempenho do seu papel profissional e relacionadas com outras que envolvem o acto educativo, também se revela do maior interesse. Assim, a metáfora e a analogia, na formação de professores, têm sido utilizadas para detectar as concepções pessoais sobre o papel do professor, conduzindo ao estudo do seu pensamento profissional (Munby, 1986), tornando-se a metáfora ou a analogia num instrumento de diagnóstico do sistema conceptual da actividade profissional do professor. Posteriormente ao diagnóstico da representação que estes têm do seu papel profissional, a análise, a reflexão e a exploração das metáforas e das analogias utilizadas e as respectivas implicações podem constituir uma metodologia de formação extremamente poderosa. A conceptualização dos papéis desempenhados pelos professores através da explicitação das metáforas e das analogias permite o desenvolvimento da coerência necessária entre os modelos de pensamento e as práticas desenvolvidas, tendo em conta as variáveis do acto educativo. Os professores

tornam-se, assim, “estudantes das suas próprias metáforas” (Munby e Russell, 1990), compreendendo o ensino em termos de novas metáforas e de novas analogias, sendo então possível a mudança significativa das práticas (Tobin et al, 1993 e Tobin e Ulerick, 1989).

Este processo formativo depende da compreensão, por parte dos formadores de professores, das concepções, conhecimentos e valores que estão condensadas numa metáfora ou numa analogia utilizada por cada professor (Tobin e Ulerick, 1989). Ajudando os professores (na formação contínua) ou os futuros professores (na formação Inicial) a examinar e a questionar as próprias metáforas e analogias sobre o ensino e a aprendizagem, fornecendo-lhes bases teóricas para desenvolver e enquadrar o seu conhecimento profissional, acompanhando-os no seu percurso formativo, dando-lhes oportunidades de avaliarem em equipa as novas metáforas ou as novas analogias que vão construindo pelos êxitos ou fracassos das práticas implementadas, os formadores podem ajudá-los a construir ou reconstruir o seu conhecimento pedagógico de acordo com as linhas de um ensino de qualidade nas ciências (Briscoe, 1991 e Tobin e Ulerick, 1989). Na formação de professores é muito comum o aparecimento de uma aparente falta de coerência entre o que os professores pensam e o que realmente fazem e as explicações que dão sobre a sua actuação. A análise destas situações de incoerência são altamente formativas por permitirem promover uma auto-consciencialização e desenvolver novas capacidades profissionais. Se o questionamento das práticas, através da metáfora ou da analogia, for integrado pelos próprios professores como uma estratégia de formação e melhoramento do ensino, os formadores estarão também a ajudar um processo de auto formação que tem

possibilidades de ser extensivo a situações de formação desenvolvidas pelo próprio professor.

É importante realçar, que embora a metáfora e a analogia sejam instrumentos poderosos para reflectir sobre o processo de ensino e de aprendizagem, a eficácia da formação depende da aceitação, pelos professores, de a adoptarem como desencadeador de um processo heurístico de auto-reflexão (Elias, 1990). É, também, de realçar que o significado que cada metáfora ou analogia pode implicar, relaciona-se com as experiências vividas anteriormente, quer como aluno, quer como professor (Tobin e Ulerick, 1995 e Tobin e Ulerick, 1989). Esse saber experiencial alcançado quer com outras experiências de origem profissional quer de origem pessoal, condiciona a forma como o professor constrói a metáfora ou a analogia e a aplica nas situações educacionais (Elias, 1990).

Como Santos e Gonçalves (1988) afirmam:

“parece-nos muito estimulante a utilização sistematizada da metáfora na sala de aula assim como a sua inclusão nos programas de formação de professores. Assim sendo, da complexificação metafórica do professor (...) criar-se-á uma oportunidade para o desenvolvimento (...) do professor directamente traduzível na sua capacidade de construir (actividades de ensino) para os seus alunos” (pp. 71 e 72).

## 2.2- Formação para a Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia em Contexto de Sala de Aula

A formação de professores em Didáctica é hoje considerada relevante para a melhoria das suas práticas profissionais. O uso da metáfora e da analogia na sala de aula, pressupõe uma atenta formação, pois que o seu uso obriga a

uma exploração didáctica apropriada, já que não é automaticamente e sozinhos que os alunos fazem a transferência do comparável e do não comparável entre os domínios considerados, como atrás já foi referenciado (limitação da metáfora/analogia). É necessário um grande “salto” conceptual para compreender o essencial de uma metáfora ou de uma analogia (Treagust et al., 1992), traduzido pela identificação de quais os atributos ou relações a serem transferidos e quais os que devem ser eliminados, por não serem relevantes num determinado contexto (Licata, 1988). Os professores deverão saber, assim, de uma forma cuidada e programada, elaborar estratégias de exploração didáctica que evidenciem as potencialidades e que controlem as limitações da metáfora e da analogia que utilizam na sala de aula.

A formação de professores na perspectiva da actuação prática em sala de aula, pela sua relevância educacional, tem por objectivo levantar uma série de aspectos pertinentes sugeridos pela investigação que habilite os professores com o conhecimento de uma série de estratégias pedagógicas, de métodos e técnicas didácticas sistematizadas de exploração da metáfora e da analogia, adequadas e adaptadas à aprendizagem do aluno em contexto de sala de aula, que poderão ser englobadas em vários estilos de ensino.

A investigação actual está mais relacionada com a ligação dos conhecimentos multidisciplinares com a metáfora e com a analogia do que com os modelos de actuação. Assim e como já foi referido em capítulos anteriores, a metáfora e a analogia têm sido abordadas em estudos relacionados com: (i) os movimentos das concepções alternativas; (ii) os métodos didácticos de uma forma geral; (iii) com a construção do conhecimento; (iv) a natureza da Ciência, etc. O estudo destes aspectos ajuda a interrelacionar os factores que constituem o acto educativo. Esta interrelação permite construir possíveis modelos de actuação e

avaliá-los na formação. A avaliação permitirá fundamentar algumas das razões porque é essencial uma formação de professores onde se trabalhe a LM como um instrumento de aprendizagem, se aprenda a explorá-la didacticamente (como um instrumento de ensino) pela programação de estratégias que explorem as potencialidades e que também controlem as limitações.

Pela complexidade desta exploração didáctica na sala de aula o futuro professor ou professor sem formação inicial nesta problemática, deveria ser sujeito a formação organizada numa forma sistemática, de modo a poder programar e utilizar conscientemente a LM como instrumento de ensino e de aprendizagem.

### 2.3- Formação para a Inovação

A metáfora e a analogia podem, também, ser utilizadas na formação de professores para promover a inovação pedagógica. Como diz Tobin (1990):

“asking questions about roles, metaphors and beliefs sets has opened doors and revealed new approaches to what we do” (p. 7).

Por outro lado, Schön (1979) afirma que a metáfora é heurística na sua essência. É uma forma de ver as coisas, um processo pelo qual novas perspectivas do mundo entram na nossa existência.

Um dos objectivos mais comuns da utilização da metáfora ou da analogia na formação de professores é levá-los a reconstruir o seu passado pedagógico, perspectivando o futuro de uma forma inovadora. Nesta perspectiva são chamadas “metáforas construtoras” (Green, 1971) porque ajudam a redefinir as variáveis que intervêm no acto educativo de uma forma inovadora.

Tobin (1989), depois de uma investigação que durou 5 anos, desenvolveu uma teoria, baseada na reflexão e na avaliação das práticas de professores, cuja aplicação em situação de mudança de práticas em contexto de formação, oferece uma nova maneira de equacionar os problemas e procurar soluções pedagogicamente inovadoras a partir da construção de novas metáforas ou de novas analogias sobre o papel dos professores. Pela influência dessas novas metáforas ou analogias, e se o professor actua coerentemente com as ideias traduzidas na metáfora e/ou analogia escolhidas, ele irá, então, compreender melhor as situações pedagógicas em que está envolvido e muda as suas práticas se achar necessário.

Utilizando a LM na descrição do papel do professor na sala de aula, pode-se induzir a reflexão e a mudança dos principais papéis conceptualizados pelos professores, funcionando as metáforas e as analogias como um painel de comutação conceptual ("master switch") (Tobin, 1990).

Munby e Russel (1987), também, sugerem que a construção de metáforas e de analogias pessoais pode ajudar os professores a reflectir no impacto de abordagens alternativas ao seu ensino porque durante a reflexão um professor constrói, integra um conhecimento pessoal e prático e enriquece as suas práticas (Baird et al., 1991 e Butler, 1991). Segundo Tobin et al. (1990):

"the process of teacher change might be assimilated by introducing a variety of metaphors and reflecting on the strategies of basing teaching and learning strategies on each of them" (p. 236).

É importante realçar que é absolutamente essencial para a promoção da inovação que os professores queiram e sintam que é preciso mudar, quer pessoal, quer profissionalmente (Tobin e Jakubowski, 1990). É um exemplo

ilustrativo, o caso que Tobin e Ulerick (1995) acompanharam no âmbito de um processo investigativo, de uma professora que tinha muitos problemas disciplinares na sua classe e que por essa razão se sentia mal como profissional. Os problemas na sua sala de aula foram sendo resolvidos progressivamente desde o momento em que, baseando-se numa gratificante experiência profissional anterior de animadora social decidiu reconstruir, em novas bases, a metáfora “ser professor é ser um animador social”.

#### 2.4- A Investigação sobre a Formação de Professores

A investigação no campo de formação de professores utiliza também a análise da metáfora e/ou da analogia como meio poderoso para investigar o pensamento e acção do professor e o significado que ele atribui às situações didácticas (Briscoe, 1991).

A análise e interpretação das metáforas ou das analogias na investigação sobre formação de professores permite a construção de quadros teóricos e explicitação de alguns problemas reais, tais como os êxitos e os fracassos da vida quotidiana na escola e na sala de aula permitindo também encontrar possíveis respostas a esse problema.

São conhecidos os trabalhos de Munby (1990) que incidem na investigação de percursos profissionais de professores, pela análise das respectivas práticas através de diferentes metáforas e analogias que os mesmos vão formulando em diferentes fases da sua vida profissional.

A investigação comparativa das práticas de professores através de metáforas competitivas (Tiberius, 1986) permite também observar concepções pedagógicas e filosofias educativas (Garrison, 1988).

Outros resultados de investigações permitiram detectar situações em que o mesmo professor pode simultaneamente assumir práticas coerentes com metáforas e analogias diversas, dependendo este facto dos contextos em que exerce a sua função de professor. Exemplo interessante é-nos dado por Tobin e Jakubowsky (1990) sobre o ensino de uma professora que assumia diferentes papéis de acordo com a analogia de polícia, mãe ou artista.

Outros estudos baseiam-se na análise das contradições existentes e, por vezes, não consciencializadas, entre a metáfora e a analogia que os professores julgam que orientam a sua actuação e as práticas realmente implementadas. Os investigadores reflectem nos problemas teóricos e práticos que daí advêm e tentam encontrar as respectivas soluções (Tobin e Ulerick, 1989).

Ainda outro tipo de estudos investigam as implicações da introdução de uma mesma metáfora, como, por exemplo: " professor é um agente de viagens", para todos os professores de uma mesma escola e analisam as respectivas mudanças, consideradas a vários níveis, que esse facto ocasionou (Ritchie, 1994).

Outra linha de investigação é relativa à validação de modelos de ensino assistidos por metáforas e analogias. Esta linha de estudo está ainda pouco desenvolvida e, no entanto, as potencialidades e os perigos inerentes à respectiva utilização acrítica no ensino das ciências, apontam para uma forte investigação, fornecendo aos professores modelos eficientes para que a metáfora e a analogia possam contribuir para que os professores melhorem a sua actuação (Glynn, 1991 e Zeitoum, 1984).



Em certos estudos, investiga-se como uma determinada metáfora ou analogia fornece perspectivas educacionais novas e como constitui, também, um forte motivo de formação de professores. É um exemplo, a utilização da analogia “errar é como estar perdido numa cidade” onde neste quadro real, errar é tido como um facto normal. Para se atingir o objectivo de encontrar o local desejado pode-se recorrer a várias estratégias tais como: (i) perguntar a alguém; (ii) fazer uso de instrumentos e recursos (como mapas) que se possui; (iii) reflectir sobre a situação e tentar orientar-se; ou ainda (iv) começar um processo de exploração. Investiga-se, assim, com esta analogia, aplicada ao ensino, a mudança de concepções e a criação de novos significados e, conseqüentemente, investiga-se a reformulação dos métodos e das estratégias didácticas. Uma reformulação referenciada, subsequente à utilização daquela analogia, relaciona-se com o erro. Retira-se no processo de aprendizagem a característica de culpa e de embaraço, que geralmente lhe está associado, transformando este numa fonte de aprendizagem pela informação que fornece relativa aos problemas relacionados com essa aprendizagem (Borasi, 1988).

Noutra linha de estudo, investigam-se as relações entre diversas metáforas ou analogias para definir ensino, escola e professor de modo a identificar padrões de excelência no ensino (Baker, 1991). Nomeiam-se, a título de exemplo, algumas metáforas utilizadas na investigação sobre formação de professores tradutoras de concepções para o conceito de ensinar, de escola e de professor com implicações nas práticas implementadas. Estas investigações foram, essencialmente, conduzidas por meio da metodologia de estudo de caso.

Conceito de ensinar:

- Ensinar é treinar (Tharp e Gallimore, 1991); Ensinar é transmitir informação (Tiberius, 1986); Ensinar é dialogar (Tiberius, 1986); Ensinar é pescar (Tom, 1980); Ensinar é fazer política (Highet, 1976); Ensinar é uma arte (Gillis, 1975).

Conceito de escola:

- A Escola é uma feira (Baker, 1991); A Escola é um forum (Baker, 1991); A Escola é uma empresa (Baker, 1991 e Diaz, s.d.); A Escola é uma família (Baker, 1991 e Diaz, s.d.); A Escola é um local de trabalho (Briscoe, 1991; Marshall, 1988, Doyle, 1986, Brophy, 1983, Everston e Emmer, 1982 e Duke, 1979); A Escola é uma colecção de correntes de informação (Floden, 1988); A Escola é a voz do professor (McDonald, 1988); A Escola é o lugar para a vida, para a liberdade e para a responsabilidade (Diaz, s.d.).

Conceito de professor:

- O Professor é um animador social (Tobin e Ulerick, 1995); O Professor é um jardineiro (Tobin et al., 1994 e Elias, 1990); O Professor é um controlador de tráfego aéreo (Tobin et al., 1994); O Professor é um agente de viagens (Ritchie, 1994); O Professor é um comediante (Tobin e Jakubowsky, 1993); O Professor é um transmissor (Knowles, 1990 e Tiberius, 1986); O Professor é um comandante de navio (Tobin et al., 1990); O Professor é um recurso (Tobin, 1989); O Professor é um pregador (Tobin e Espinet, 1989); O Professor é um intimador (Gallagher e Tobin, 1987); O Professor é um engenheiro (Tiberius, 1986); O Professor é um executivo (McDonald, 1988); O Professor é um desencadeador de atitudes (Diaz, s.d.).

Segundo Lakoff e Johnson (1980) as metáforas podem suscitar o avanço do conhecimento e, portanto, orientar a investigação em formação de professores, mais ou menos explicitamente, mas a sua utilização implica sempre uma teoria sobre a natureza do fenómeno a ser investigado. Por esta razão, uma determinada metáfora ou analogia pode influenciar o processo investigativo, a

selecção de variáveis, a colheita de dados e sua análise, assim como a síntese dos resultados. Consequentemente, o uso da metáfora e da analogia em investigação implica por um lado uma boa selecção dessa mesma metáfora e/ou analogia e por outro uma consciência das potencialidades e limitações impostas pelo seu uso.

Em síntese:

Da análise da literatura especializada a que se procedeu depreende-se, em síntese, que o uso da metáfora e da analogia no ensino necessita de ser baseado numa forte formação de professores que confronte o pensamento com o real de uma forma sistemática.

No processo de formação de professores e de uma forma cíclica, a LM pode, gradualmente, ser um instrumento de descrição de experiências de uma forma holística, de enquadramento do que acontece na sala de aula em referentes teóricos, servindo ainda para levantar questões de reflexão, de construção/reconstrução do conhecimento profissional, ajudando a encontrar possíveis soluções para problemas detectados e melhorar futuramente o planeamento do ensino.

A formação, por um lado, deve capacitar os professores com estratégias de exploração didáctica adequadas a contextos diferenciados e, por outro lado, deve consciencializar os professores que têm de assumir um papel constante de análise. Pode-se inferir, aliás na linha do que se conhece através da nossa experiência enquanto formadora, que a reflexão para a reconstrução do próprio conhecimento profissional conduz à inovação do ensino.

É necessário investir mais na investigação sobre a formação de professores de modo a que os resultados obtidos contribuam para promover estratégias didáticas permissíveis à utilização da metáfora e da analogia pelos alunos, estratégias essas que poderão constituir uma base para a construção do conhecimento pelo aluno, objectivo central desta investigação.

### 3 - A METÁFORA, A ANALOGIA E OS MANUAIS ESCOLARES

Nas escolas portuguesas todos os alunos devem ter o seu próprio manual escolar para cada uma das diferentes disciplinas de ciências. Parte-se do pressuposto que os alunos lêem esses manuais escolares, que estes manuais utilizam a metáfora e/ou a analogia e que muito do que é esperado que seja aprendido é aprendido com ajuda da leitura e estudo através de material escrito (Otero, 1990). Não são conhecidos estudos portugueses que abordem a opinião dos professores sobre a metáfora e/ou a analogia, nos manuais escolares, nem como os alunos aprendem através dessas metáforas e analogias nem qual a influência destas nas práticas de ensino dos professores. Com dados não sistematizados recolhidos através da experiência pessoal, pode-se afirmar que o mesmo manual que é adoptado por uma escola é utilizado e explorado, por alunos e professores, de maneiras diferentes. Pode ser ignorado, recomendado para o estudo em casa ou utilizado como um complemento ou como recurso ou ainda constituir uma base para as actividades na sala de aula.

Ler é uma capacidade básica para compreender o Mundo. Ser capaz de ler livros e artigos em revistas científicas é uma capacidade básica para compreender o mundo da Ciência. É, também, um poderoso método de auto-formação e de importância fundamental para a construção de uma cultura

científica. Em situação formal de aula o aluno deve ser estimulado a ler pois esta actividade constitui uma base para a aprendizagem, já que, o aluno pode aprender ao seu ritmo, lendo e relendo, reconsiderar e tornar a ler. As palavras escritas são confortáveis pois estão sempre ao nosso dispor não desaparecendo como as palavras orais. Saber ler, relacionar e interpretar a informação escrita tem de ser ensinado e praticado ao longo de toda a escolaridade e de todas as disciplinas de ciências (Oliveira, 1991).

Como princípio orientador da apresentação teórica que se segue, considera-se que, tal como é afirmado por José Tavares e Bonboir (1989):

“o texto didáctico deve interpelar e questionar o aluno, o que remete directamente para o processo de ensino e aprendizagem” (p. 5).

Um bom manual, nesta perspectiva, é aquele que não transmite passivamente a informação mas que oferece uma interacção entre o aluno e a informação, de modo a promover a actividade de pensar, adquirir e construir o conhecimento, independentemente dos conteúdos tratados. Esta ideia é, ainda, defendida por Gama e Oliveira (1989):

“os manuais não podem estar desligados do aluno, nem divorciar os conteúdos da realidade e necessidades da vida (...) devem ser estruturados de modo a serem pessoais (...) encorajar o aluno a fazer a sua própria análise e síntese do que leu, dando alternativas e pistas para outras fontes de recurso de modo a que os alunos façam as suas próprias interpretações e as possam testar em confronto com outras” (p.175).

O objectivo da aprendizagem dos alunos, em ciências, através dos manuais escolares, é que estes desenvolvam um processo compreensivo, retirando o significado das páginas impressas e ligando-o com significados anteriores

(Finley, 1991), ou seja, que se tornem, como lhes chama Wandersee (1988), “competent comprehenders” (p 70). Neste contexto, é definida a compreensão como um processo construtivo cujo significado resulta da interação entre o leitor e o texto (Finley, 1991). O modo desta interação pode ser feita de diversas formas. Finley considera que um texto pode revelar uma de duas condições de envolvimento dos alunos com o texto: (i) literal/explicita; (ii) inferencial/implícita.

Na primeira perspectiva, o manual fornece todas as respostas inibindo os alunos de discutir, raciocinar ou investigar. Na segunda perspectiva, o texto não é mais que um conjunto de questões e problemas. Deverão, por conseguinte, os manuais promover o envolvimento equilibrado dos alunos entre estas duas condições.

A utilização da metáfora e/ou da analogia, nos manuais de ciências, tem um importante valor didático e conceptual, verificando-se até, que são usadas mais analogias nos textos de ciências físico-naturais do que nos das ciências sociais (Curtis, 1988). Yager (1983), também, analisou 25 manuais escolares americanos de ciências, dos níveis K a 12 e manuais relacionados com a aprendizagem de uma segunda língua. Encontrou mais palavras ou frases novas introduzidas nos textos dos manuais de ciências que nos textos escolares de aprendizagem de uma língua estrangeira. Segundo Williams e Yore (1985) a linguagem utilizada pelos manuais de ciências torna-se, assim, muito difícil para muitos alunos e são, também, maçadores de ler. De acordo com Merzyn (1987), no entanto, a introdução da metáfora e/ou da analogia nos manuais de ciências, muda a linguagem tornando-a mais compreensível, podendo ser uma forma de os textos se tornarem atractivos sem deixarem de

ser adequados e rigorosos. Ao melhorar a qualidade podem contribuir para erradicar a resistência que afasta os alunos da leitura dos manuais escolares.

É curioso referir, como é referenciado por Paulick (1991), que uma lista de critérios elaborada pelos editores da Scott, Foresman (E.U.A.), para seleccionar os bons manuais de ciências, apresentados pelos autores, integre o item “uso de analogias” na categoria de qualidade da escrita.

### Panorâmica dos estudos já realizados

A revisão da literatura científica que se realizou relativamente ao uso da LM nos manuais escolares e nas orientações dos autores ao criarem/utilizarem a metáfora e/ou a analogia, nos textos escritos para a aprendizagem da Ciência, permite construir um quadro teórico de referência para o trabalho empírico desta investigação. A fase de onde partimos refere-se a trabalho de investigação realizada, essencialmente, nos E.U.A.. Os aspectos focados podem aplicar-se a Portugal, apesar das políticas relacionadas com os manuais escolares serem diferentes.

Organizaram-se e sistematizaram-se os resultados do trabalho desta investigação teórica segundo as seguintes linhas:

- (i)- Importância para a Aprendizagem da Metáfora e da Analogia Integradas nos Manuais Escolares
- (ii)- Frequência do Aparecimento da Metáfora e da Analogia Incorporadas nos Manuais Escolares
- (iii)- Objectivos, Conteúdos, Funções e Níveis de Ensino dos Manuais Escolares que usam mais frequentemente a Metáfora e a Analogia
- (iv)- Tipos de Metáforas e Analogias Utilizadas e Estrutura do Texto Escrito
- (v)- Utilização e Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia
- (vi) Limitações e Problemas

### 3.1- Importância para a Aprendizagem, da Metáfora e da Analogia, Integradas nos Manuais Escolares

O uso da metáfora e/ou da analogia, nos manuais escolares, deve estar relacionado com o que o aluno já sabe. Se esta relação não estiver assegurada, o uso de determinado manual pode não ser apropriado e conduzir a interpretações erróneas por parte dos alunos (Abraham et al., 1992).

Parte-se do pressuposto que a apresentação da informação num texto escrito, num manual escolar de ciências, sobre um conceito desconhecido, a partir de uma metáfora ou de uma analogia, influencia a compreensão e a aprendizagem desse conceito. Apesar deste pressuposto ser comumente aceite, os investigadores interrogam-se e põem várias questões:

Que grau de compreensão dos conceitos científicos é proporcionado pela metáfora e analogia utilizadas nos manuais escolares? Os alunos terão um conhecimento mais completo se estudarem por manuais que incorporam a metáfora e/ou a analogia? Este tipo de manuais leva os alunos a mais ou menos interpretações erróneas dos conceitos científicos? Sintetizando, de uma forma mais genérica e global, qual o papel de uma metáfora ou de uma analogia utilizada nos manuais escolares, na aquisição e desenvolvimento do conhecimento dos conceitos científicos?

Apesar destas interrogações, as potencialidades conducentes à aprendizagem, através de uma metáfora ou analogia, utilizada nos manuais escolares são referenciadas e a incorporação deste tipo de linguagem nos textos destes manuais é defendida por muitos investigadores baseados nos



resultados dos seus trabalhos e dos quais se destacam em seguida alguns deles.

Assim, a metáfora e/ou a analogia, integradas nos textos, melhoram a aprendizagem, resultando em aprendizagens significativas e atitudes positivas em relação à aprendizagem em Ciência (Gilbert, 1989 e Schallert, 1980). A metáfora e/ou a analogia escrita promove uma mais rápida codificação da informação e melhora a memória dessa informação (Royer, 1976 e Royer e Cable, 1975), activa estruturas cognitivas (Mayer, 1985) e melhora a aprendizagem se for apresentada antes do conceito desconhecido a ser aprendido (Ausubel, 1968). A metáfora e/ou a analogia escritas, que fornecem um referencial concreto, aumentam a imaginação do aluno, formando imagens mentais que facilitam a construção de novas estruturas conceptuais (Thiele, 1991 e Schallert, 1980). A metáfora e/ou a analogia escritas permitem, também, experiências concretas, porque evocam imagens mentais do conhecimento pessoal do aluno (Curtis e Reigeluth, 1984). A metáfora e/ou a analogia, no texto escrito, promovem uma melhor aprendizagem porque chamam a atenção dos alunos para determinado conteúdo a que estes dão, por sua vez, importância por se interessarem pelo assunto (Reynolds e Baker, 1987).

Quanto maior for a motivação dos alunos, melhor será a memorização da informação e melhor será a integração entre a informação vinda do texto e o aumento do conhecimento (Hayes e Tierney, 1982) e, consequentemente, os alunos aprendem melhor (Reynolds e Baker, 1987). Para Reynolds e Baker (1987) as principais vantagens da metáfora e/ou da analogia ressaltam dos estudos que fizeram sobre manuais escolares e são, em suma: (i) proporcionar

a ligação à realidade do mundo do aluno; (ii) permitir a visualização dos processos/conceitos; (iii) aumentar a motivação dos alunos.

Outra das potencialidades da utilização da metáfora e/ou da analogia, em textos escritos, é ajudar os alunos a discriminar entre os pontos essenciais e os subsidiários, se esta discriminação for explorada quer pelos autores dos manuais, quer pela complementarização realizada pelos professores em situações educacionais. van Hont Wolters (1989) sugere que os alunos sejam motivados para sublinhar os conceitos ou ideias básicas da fonte e do alvo da metáfora e/ou da analogia ou que os manuais já tragam essas ideias sublinhadas, de modo a ajudar os alunos a discriminar os referidos pontos essenciais e os subsidiários. Sublinhar ideias ou frases chave, segundo Wolters, tem um efeito positivo na aprendizagem pelas conexões internas que provoca, permitindo compreender o significado, principalmente para aqueles alunos que têm mais dificuldades.

Para outros investigadores, a ênfase na metáfora e/ou na analogia, num manual escolar de ciências, justifica-se pelo desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas. Baseiam-se no pressuposto que a compreensão de um texto científico é uma actividade de resolução de problemas, que pode ser aprendida em actividades escolares. Gick e Holyoak (1980) sugerem que os autores de manuais de ciências devem ajudar os alunos a usar a metáfora e/ou a analogia para resolver e formular problemas e gerar novas hipóteses. Os autores de manuais podem criar ou utilizar a metáfora e/ou a analogia e os alunos devem ser ajudados a compreendê-las e a gerarem as suas próprias metáforas ou analogias. Glynn et al. (1987) propõem um modelo de resolução de problemas, através das analogias escritas em manuais escolares, constituído por três fases principais, cada uma delas subdividida em duas:

1 - Formular o problema: 1.1 - representar o problema; 1.2 - identificar atributos importantes; 2 - Escolher a fonte: 2.1 - procurar a fonte que possua atributos semelhantes; 2.2 - seleccionar a fonte; 3 - Resolver problemas: 3.1 - mapear os atributos de modo a encontrar as soluções; 3.2 - verificar as soluções.

Os próprios autores apontam algumas possíveis insuficiências deste modelo associadas com erros ocorridos durante as fases do processo, como seja a representação errada do problema, a não identificação do atributo importante do problema, a escolha de características não relevantes ou ainda que a procura e selecção da fonte não seja a mais apropriada.

### 3.2- Frequência do Aparecimento da Metáfora e da Analogia Incorporadas nos Manuais Escolares

Curtis e Reigeluth (1984) analisaram 26 manuais das várias áreas disciplinares de ciências e encontraram grandes disparidades. Estas vão desde 1 analogia até 22 analogias para o mesmo conteúdo tratado em vários manuais. Esta inconsistência foi também encontrada por Thiele (1991) com a variabilidade de uma analogia para 17. Curtis e Reigeluth (1984) relacionaram esta disparidade, assim como o tipo, a quantidade e a exploração de uma metáfora e/ou de uma analogia, com as preferências pessoais dos autores, a dificuldade dos conteúdos (os conteúdos mais difíceis requerem um uso maior de LM), o nível de escolaridade a que o manual se destina, a natureza do conteúdo e da metáfora e/ou da analogia *per se*.

As preferências pessoais dos autores dos manuais escolares relativamente ao uso da metáfora e/ou da analogia, segundo Thiele (1991), eram influenciadas pelo (i) “background” científico e pedagógico; (ii) experiências vividas

anteriormente com actividades de desenvolvimento curricular e, nomeadamente, experiência de escrita de outros manuais; (iii) experiência de ensino; (iv) percepção de como os alunos compreendem a LM. Segundo Thiele (1991), todos os autores, de manuais escolares que analisou, estavam conscientes da problemática do uso da LM no ensino e na influência da metáfora e/ou da analogia na aprendizagem dos conceitos científicos, conhecendo modelos assistidos por analogias como o de Glynn, já descrito anteriormente.

As variáveis, acima mencionadas, podem explicar as variações de frequência de utilização da metáfora e/ou da analogia nos manuais escolares.

### 3.3- Objectivos, Conteúdos, Níveis de Ensino e Funções da Metáfora e da Analogia nos Manuais Escolares

Os resultados dos estudos expressos por vários investigadores confirmam a hipótese de que a apresentação da informação através da metáfora e/ou analogia nos manuais escolares melhora a compreensão dos conceitos/processos científicos e a aprendizagem em Ciência. Sistematizam-se em seguida esses resultados de investigação recolhidos da literatura de acordo com a relação com: (i) objectivos de ensino; (ii) conteúdos científicos e níveis de ensino; (iii) função pedagógica.

#### Objectivos de ensino

Segundo Santiesteban e Koran (1977) a metáfora e/ou a analogia podem ser utilizadas nos manuais escolares com vários objectivos, nomeadamente como (i) organizador prévio; (ii) questões complementares para enriquecer a compreensibilidade do texto escrito, podendo estas serem apresentadas antes ou depois do texto base; (iii) aumento da motivação para a leitura,

principalmente nos alunos com baixo nível de capacidade de leitura ou de insucesso escolar (Thiele, 1991); (iv) guias de actuação ou de ensaio para a prática, com objectivos comportamentais que podem ser apresentados antes ou integrados no texto base; (v) explicação de conceitos complexos e das relações entre conceitos; (vi) visualização de conceitos abstractos ou, em menor grau; (vii) comunicação de ideias abstractas através da experiência e da linguagem dos próprios alunos.

Vosniadou e Brewer (1987) afirmam que a formação de novas estruturas conceptuais, em ciências, é um processo complexo e lento. Propõem que a metáfora e/ou a analogia devam ser usadas pelos autores dos manuais para guiarem a aprendizagem dos alunos.

#### Conteúdos científicos onde são utilizadas mais frequentemente a metáfora e a analogia

A aprendizagem em Ciência, através da metáfora e/ou da analogia existentes nos manuais escolares, acontece em todos os níveis de ensino e em todos os contextos escolares (Ulerick, 1983).

Presentemente, pouco se sabe quais as disciplinas ou quais os conteúdos disciplinares em que os diferentes tipos de metáforas ou de analogias são utilizadas (Thiele e Venville, 1993). No entanto, Thiele e Treagust (1992) e Curtis e Reigeluth (1984), nos seus estudos de análise de manuais, respectivamente na Austrália e nos E.U.A., concluíram que os manuais de Química contêm mais analogias que os manuais das outras ciências, talvez na tentativa de ajudar os alunos a compreender conceitos abstractos e estruturas submicroscópicas (Thiele e Treagust, 1992). Em Química, os conteúdos onde as analogias eram integradas mais frequentemente encontravam-se no ensino

da estrutura atômica (23%), da energia (14%) e das ligações químicas (10%) (Thiele e Treagust, 1992).

Das várias ciências, os manuais de Física são os que utilizam mais analogias elaboradas (Thiele e Treagust, 1992), talvez porque os conceitos em Física são sobre fenómenos básicos que não podem ser observados (e.g. “electrões”), por vezes, são mal compreendidos (e.g. “trajectórias”) ou confundidos com usos quotidianos do conceito (e.g. “trabalho”).

Algumas metáforas e/ou analogias aparecem sistematicamente em todos os manuais, tais como o DNA comparado com um fecho-éclair ou o circuito eléctrico com as correntes hidráulicas, uma célula com uma fábrica, um cientista com um detective e o sistema nervoso com um sistema de comunicação. Parece que estas metáforas e/ou analogias se tornaram convencionais. São usadas de formas diversas nos manuais, assumindo uma grande variedade de estruturas e localizações no texto (Glynn et al., 1989).

#### Nível de ensino onde são utilizadas mais frequentemente a metáfora e a analogia

Em relação ao nível de ensino, os resultados apontam para que o número total de metáforas e analogias encontradas não varia significadamente. No entanto, há uma tendência para diminuir à medida que o nível de ensino aumenta, explicada, eventualmente, pela ideia dos autores que a pouca capacidade de abstracção dos alunos mais novos necessita de um emprego mais abundante de analogias para clarificar o discurso e o tornar mais concreto. O seu número, dentro do mesmo nível de ensino varia consideravelmente de manual para manual (Hamrouche, 1989).

### Funções da metáfora e da analogia na aprendizagem

A metáfora e/ou a analogia podem ter várias funções ao serem incorporadas nos manuais escolares:

(i) *explicativas*, quando põem conceitos e princípios novos em termos familiares e têm como objectivo que o aluno compreenda o alvo pela compreensão de cada atributo ou relação importante transferível (Hamrouche, 1989); (ii) *criativas*, quando estimulam a formulação e a solução de problemas existentes e geram hipóteses, sendo, nesta função, mais importante os produtos resultantes da utilização da LM do que as suas características (Glynn et al, 1989); (iii) *descritivas*, quando servem para concretizar conceitos/fenómenos científicos realçando, essencialmente, os atributos entre a fonte e o alvo (Hamrouche, 1989).

Como as funções da metáfora e/ou da analogia mencionadas são diferentes, os critérios para se analisar uma boa metáfora ou analogia nos manuais escolares são também diferentes. Como função explicativa e descritiva, considera-se que uma boa metáfora ou analogia é aquela em que o número de atributos que podem ser comparados é elevado, a semelhança entre os atributos ou as relações partilhadas é alto e o significado conceptual desses atributos ou relações é relevante. Como função criativa, considera-se que uma boa metáfora ou analogia é aquela que impulsiona o número de produtos, a novidade dos produtos e o valor dos produtos.

Podem ser utilizadas com uma só destas funções, mas quando uma metáfora e/ou analogia possui, simultaneamente, várias funções, torna-se numa metáfora ou numa analogia muito poderosa.

Há, no entanto, alguns autores que são da opinião que a metáfora e/ou a analogia não devem ser usadas nos manuais escolares, por provocarem confusão nos alunos. Por exemplo, a relutância em usar a metáfora e/ou a analogia nos manuais escolares da escola básica pode ter origem na concepção de que as crianças não podem pensar através da LM. No entanto, Vosniadou e Schommer (1988) pensam que as crianças não só são capazes de pensar por metáfora e/ou por analogia como também que o raciocínio analógico é o primeiro mecanismo para aquisição de conhecimento (cf: II Parte, Cap. II - A Metáfora, a Analogia e o Desenvolvimento Cognitivo).

Apesar desta ideia, para os níveis mais elementares de ensino, é necessário ter um cuidado extra com o uso da metáfora e/ou da analogia, porque as crianças tendem a transferir informação descritiva em vez de informação das relações, levando à possibilidade de uma transferência analógica não correcta (Gentner, 1988).

### 3.4- Tipos de Metáforas e de Analogias e Estrutura do Texto Escrito

#### Tipos de metáforas e analogias

O menor nível de elaboração de uma analogia é a analogia simples (fonte, alvo e uma palavra de ligação, geralmente “como”). Estas analogias são usadas quando a relação entre a fonte e o alvo são óbvias e não é necessário grandes explorações. Uma analogia simples pode ser enriquecida, podendo conter as limitações e várias comparações. O nível mais complexo, segundo Curtis e Reigeluth, 1984), é constituído pelas analogias expandidas (“extended analogy”) (p. 111), e verifica-se quando uma só fonte pode ser utilizada para vários alvos ou, inversamente, quando várias fontes são utilizadas para um só alvo.



Glynn et al. (1989) ao examinarem 43 manuais de ciências de todos os níveis de ensino, concluíram que os manuais para a escola básica usam, essencialmente, analogias simples que comparam e contrastam muitos atributos dos conceitos. Este facto deve-se, talvez, ao facto do conhecimento dos alunos da escola básica ser limitado e não ser, por essa mesma razão, possível explorar conceitos em profundidade através da metáfora e/ou da analogia.

Se a metáfora e/ou a analogia se apresentarem simultaneamente na forma verbal e gráfica, a aprendizagem será ainda mais eficaz (Holliday et al, 1991, Bean et al., 1990 e Arnold e Dwyer, 1975). Estas metáfora e/ou analogia verbais-gráficas são melhor apropriadas para alunos com dificuldades de aprendizagem (cf: II Parte, Cap. II, A Metáfora, a Analogia e a Percepção)

A metáfora e/ou a analogia que são constituídas por uma fonte concreta para um alvo abstracto são as que promovem uma maior aprendizagem, pois permitem ao aluno caminhar do conteúdo mais familiar para o mais difícil e abstracto. Neste caso, o objectivo principal da metáfora e/ou da analogia é o de funcionar como organizador prévio (Curtis e Reigeluth, 1984).

A metáfora e/ou a analogia utilizadas nos manuais escolares são construídas numa base de relações estruturais para alvos concretos e relações funcionais para alvos mais abstractos e difíceis (Curtis e Reigeluth, 1984 e Santiesteban e Koran, 1977).

Por vezes, aparece também referido como fonte da metáfora e/ou da analogia conhecimentos de outras disciplinas, tais como os relacionados com saberes da (i) Biologia/Geologia; (ii) Física/Química; (iii) Ciências Sociais/Económicas;

(iv) Ciências da Comunicação e da Informação; (v) actividades quotidianas relacionada com objectos, actividades ou instrumentos. Nos manuais escolares de ciências foram encontradas mais metáforas e analogias relacionadas com conhecimentos de áreas científicas Biologia/Geologia e de Física/Química (e.g. aparelho branqueal com o pulmonar) do que com objectos, actividades ou instrumentos quotidianos (Hamrouche, 1989). Isto pode significar que o emprego da metáfora e da analogia nos manuais escolares não obedece a critérios que garantam o mínimo de eficácia, porque não se referenciam aos conhecimentos prévios dos alunos.

É possível sistematizar os diversos tipos de analogia, de acordo com a natureza da analogia e as relações entre a fonte e o alvo que se podem encontrar em manuais escolares, do seguinte modo (Curtis e Reigeluth, 1984):

#### 1 - Relativamente à natureza dos atributos/relações partilhadas:

1.1 - *Estrutural* (isto é, caracteriza a constituição do alvo. Alvo e fonte podem ter a mesma aparência física ou a analogia ser constituída a partir de semelhanças), e.g. cada célula da cebola é como um compartimento. Tem um tecto e um chão, assim como quatro paredes. 1.2 - *Funcional* (isto é, caracteriza o modo como o alvo funciona, ou seja, alvo e fonte partilham funções semelhantes), e.g. o "feed-back" funciona como um termóstato. 1.3 - *Estrutural-funcional* (quando combinam as duas características anteriores)

#### 2 - Relativamente à forma de apresentação de analogias no texto:

2.1 - *Escrita*, traduzida por palavras; 2.2 - *Gráfica*, traduzida por figuras, desenhos, fotografias, etc. ; 2.3 - *Verbal-gráfica*, quando combinam ambas.

#### 3 - Relativamente ao grau de abstracção (o conteúdo da fonte e do alvo pode ser abstracto ou concreto). Pode haver assim as seguintes combinações:

3.1 - *Concreto/concreto*; 3.2 - *Abstracto/ abstracto*; 3.3 - *Concreto/abstracto*; 3.4 - *Abstracto/concreto*.

4 - Pela sua localização no texto:

4.1 - *Organizador prévio* (localizada no início do texto); 4.2 - *Activadora* (localizada no meio do texto); 4.3 - *Sintetizadora* (localizada no fim do texto); 4.4 - *Localizada fora do texto* base (margens, notas de rodapé, etc).

5 - Pelo nível de enriquecimento esperado:

5.1 - *simples*; 5.2 - *enriquecida*; 5.3 - *expandida*.

Esta classificação foi posteriormente alargada por Thiele e Treagust (1992) que acrescentaram o critério da exploração didáctica (explicitar as limitações e descrever a fonte da analogia utilizada).

### Estrutura do texto escrito

Como atrás se refere, a aprendizagem através dos materiais escritos aumenta se se providenciar para que se apresente, conjuntamente, informação geral e informação através da metáfora e/ou da analogia, onde estas estejam bem explícitas (Hayes e Thierney, 1982).

O sucesso de uma metáfora e/ou de uma analogia, num texto escrito, além de depender da adequabilidade e familiaridade da fonte e das explicações do autor sobre as ligações entre a fonte e o alvo, também depende da localização da metáfora ou da analogia no texto. Se for integrada no início do texto, servirá como organizador prévio (Ausubel, 1968), para dar informação contextual importante para a aquisição de novos conteúdos. Se for integrada no fim, servirá como síntese e no meio, funcionará como activador integrado ("embedded activator") (Reigeluth, 1983 e Rigney, 1978), permitindo uma clarificação da informação anterior e ligando-a com o que se lhe segue; ou seja, como activadora e clarificadora dos conhecimentos precedentes, assim

como terá a função de introduzir os conhecimentos subsequentes (Radford, 1989).

Para alguns autores, porém, o melhor local no texto escrito para se usar uma metáfora e/ou uma analogia é no início ou no meio do texto, funcionando, respectivamente, como organizador prévio e activador integrado (Radford, 1989, Curtis e Reigeluth, 1984, Reigeluth, 1983 e Rigney, 1978).

A localização da metáfora e/ou da analogia nas páginas do manual escolar parece, deste modo, assumir uma importância relevante. Assim, se a analogia aparecer nas margens das páginas isso pode reflectir a percepção do autor de que a metáfora e/ou a analogia pode ser uma ajuda extra ao texto base e que pode ser necessário uma exploração didáctica complementar, feita pelo professor, do conceito em estudo (Thiele, 1991).

### 3.5- Utilização e Exploração Didáctica da Metáfora e da Analogia

Como se pode constatar pelo resultados das investigações sobre este assunto a metáfora e a analogia são usadas, tal como já foi referido que acontecia com os professores em sala de aula, para descrever conceitos difíceis de compreender pelos alunos, quer por os conceitos não serem visíveis, quer por requererem elevado grau de abstracção.

A familiaridade da fonte é essencial para se atingir o que se pretende com o uso da metáfora ou da analogia. Para facilitar a transferência analógica, deverá ser explícita a relação entre o domínio conhecido e o desconhecido, identificando as comparações mais relevantes assim como as limitações. Para se ter a certeza que uma metáfora e/ou uma analogia, inserida num texto de um manual escolar, poderá ser compreendida pelos alunos, será necessário

que a fonte apareça identificada, descrita ou explicada antes dos novos conceitos serem apresentados, vendo-se assim o aluno forçado a usar estratégias cognitivas adequadas, para compreender a metáfora e/ou a analogia utilizada e dar critérios de avaliação para a metáfora ou a analogia geradas pelos alunos (Curtis e Reigeluth, 1984).

A aprendizagem através da utilização da metáfora e/ou da analogia em manuais escolares melhorará se: (i) os alunos puderem interagir com a metáfora e/ou a analogia apresentadas (Alexandrini e Rigney, 1981); (ii) forem explicadas as razões invocadas para o uso da metáfora e/ou da analogia escritas (Curtis e Reigeluth, 1984); (iii) forem as mesmas exploradas, posteriormente, pelos professores (Bean et al., 1990).

A aprendizagem através da metáfora e/ou da analogia, existentes no texto escrito em ciências, requer uma actuação complementar do professor, que conduz o mecanismo mental que o aluno deve seguir para transferir o que é comparável (Bean et al., 1985 e Simons, 1984). Bean et al. (1985) desenvolveram mesmo um modelo em três fases com o fim de auxiliar os professores a utilizar a analogia como auxiliar de compreensão dos textos de ciências:

1- analisar o texto onde estejam expressos os conceitos a aprender; 2 - criar analogias apropriadas e fazer com elas um guia de estudo; 3 - instruir os alunos a utilizarem o guia e o texto base.

Um dos problemas para os professores é que de um mesmo texto os alunos não retiram todos a mesma informação, dependendo dos seus conhecimentos anteriores ou da sua capacidade de leitura. Os alunos com diferentes competências verbais e com conhecimentos anteriores diversos, ou com

diferentes capacidades de prever consequências e relacioná-las com o conteúdo desconhecido, ligada à diferente capacidade de poder discriminar as características da metáfora e/ou da analogia a serem transferidas, respondem, em termos de compreensão e aprendizagem, de modo diferente a uma mesma metáfora e/ou analogia escrita (Hayes e Thierney, 1982). Bean et al. (1985) acham que a metáfora e/ou a analogia escritas, nos manuais, podem facilitar essa leitura, porque podem permitir que os alunos interpretem o texto à luz dos seus conhecimentos anteriores. Assim, se este facto acontecer, a metáfora e/ou a analogia pode fazer a ponte entre esse conhecimento e o que se pretende, resultando numa maior uniformidade de interpretação (Finley, 1991).

Bean et al. (1985) pensam que a metáfora e/ou a analogia no texto não são suficientes e aconselham a que os professores construam, baseados em metáforas e/ou analogias, guias escritos de estudo para os alunos. Apresentam um exemplo concreto para o estudo da célula, com uma folha de papel dividida em três colunas, sendo uma coluna preenchida com as estruturas celulares, a outra com as funções da célula e a terceira com a metáfora e/ou a analogia correspondentes. Estes guias, para terem um maior impacto, podem ser combinados com analogias gráficas (Bean et al., 1990).

Alguns autores propõem modelos para melhorar a aprendizagem em ciências, através dos manuais escolares. Os três modelos que a seguir se apresentam são disso exemplo, sendo o primeiro mais geral e os restantes mais focados na metáfora e na analogia. Assim, segundo Wandersee (1988) os alunos ao lerem um manual escolar de ciências deverão ser capazes de:

1 - extrair a informação que o autor imprimiu ao texto; 2 - saber o significado para novas aprendizagens; 3 - decidir aprender a informação transmitida; 4 - ligar a nova informação com a preexistente; 5 - consolidar os novos

conhecimentos em confronto com a prática; 6 - construir o seu autoconhecimento.

Radford (1989) propôs um modelo para melhorar os textos didáticos em Ciência, desenvolvendo a metáfora e a analogia e explorando a sua utilização.

O modelo é constituído pelas seguintes fases:

- 1 - selecção da fonte a partir da experiência do provável aluno. Os autores devem conhecer bem o público a que o manual se destina;
- 2 - decisão onde colocar a metáfora ou a analogia no texto, antes, no fim ou integrada no mesmo, conforme a função que o autor queira que seja desempenhada;
- 3 - lembrar ao aluno-leitor as características da fonte da metáfora e/ou da analogia que sejam relevantes para a transferência analógica para o alvo;
- 4 - comparar a fonte e o alvo, ponto por ponto;
- 5 - advertir o aluno de como o alvo difere da fonte.

Glynn et al. (1989) apresentam outro modelo de exploração da metáfora e da analogia, usadas em manuais, para explicar conceitos científicos constituído por seis fases:

- 1 - introduzir o alvo;
- 2 - relembrar o conceito da fonte;
- 3 - identificar atributos relevantes do alvo e da fonte;
- 4 - mapear;
- 5 - tirar conclusões sobre o conceito-alvo;
- 6 - indicar onde a metáfora ou a analogia não serve.

Se um autor, no seu manual, explorar só alguns desses passos, deixando os outros a cargo do aluno, a qualidade técnica da metáfora ou da analogia fica reduzida, porque é possível que o aluno não seja capaz de realizar as operações omitidas e a compreensão do aluno sobre o conceito-alvo pode ficar incompleto ou incorrecto.

### 3.6- Limitações e Problemas da Utilização da Metáfora e da Analogia nos Manuais Escolares

De tudo o que se tem vindo a expor sobre o conhecimento já elaborado, relativamente ao uso da metáfora/analogia nos manuais escolares, emergem várias limitações. As duas mais importantes limitações são: (i) a impossibilidade de uma grande interacção (discussão e negociação) com os alunos, para analisar se realmente houve a transferência analógica de atributos/relações pretendido; (ii) a dificuldade dos autores receberem "feedback" (Curtis e Reigeluth, 1984).

Outra limitação diz respeito à necessidade de um dos domínios da metáfora e/ou da analogia ser conhecido dos alunos. Porém, segundo Thiele e Treagust (1992), é uma circunstância difícil o conhecimento do "students world analog" (p.3). Este conhecimento é difícil de acontecer, num manual escolar que é utilizado em vários contextos educativos, a nível nacional. Esta limitação pode ser combatida pela exploração complementar, em sala de aula, feita pelo professor da metáfora e/ou da analogia encontradas nos manuais. Os manuais escolares devem antecipar qualquer ambiguidade ou incompatibilidade que a inclusão da metáfora e/ou da analogia possa provocar, providenciando o mais claramente possível as explorações didácticas possíveis. A metáfora e/ou a analogia, nos manuais escolares, podem deixar de ser controladas e flexíveis, o que não acontece numa situação de sala de aula.

Outra limitação para a compreensão de conceitos relaciona-se com a falta de conhecimentos básicos por parte dos alunos e que o autor do manual, ao utilizar uma metáfora ou uma analogia, pressupõe estarem adquiridos. Devido a este facto, os alunos com mais dificuldade, e que mais precisariam da ajuda



da metáfora e da analogia, são aqueles que ficam mais prejudicados pelo seu uso nos manuais escolares.

Todas as limitações referidas podem levar a que os alunos ao lerem um manual escolar: (i) façam uma representação errada daquilo que o autor pretende; (ii) reforcem uma falsa representação prévia e levem a conclusões erradas; (iii) confundam a informação ou provoquem a sua dispersão (Hamrouche, 1989). O risco que advém da analogia utilizada num manual escolar poder ser interpretada de uma forma incorrecta é maior se esta não for discutida entre professores e alunos, na sala de aula (Thiele e Venville, 1993).

Como já foi afirmado neste estudo, um grande inconveniente está ligado a problemas técnicos da formulação de uma metáfora ou de uma analogia, quando estas são mal construídas ou mal escolhidas para determinado conceito (Yelton e Alexander, 1993, Holyoak, 1991 e Hamrouche, 1989).

Em síntese:

Quando se fala de manuais escolares considera-se três tipos de agentes: os autores, os professores e os alunos.

Relativamente aos alunos, a maioria dos estudos relacionados com o uso dos manuais escolares na sala de aula de ciências, tem sido orientado para saber como é que os alunos lêem e não como estes manuais podem ser usados para desenvolver teorias, capacidades e estratégias que promovam a leitura e a compreensão do texto escrito em Ciência (Abraham, 1992).

A exploração didáctica da LM escrita nos manuais escolares implica que os professores têm que fazer um exame cuidadoso de todos os aspectos de uma metáfora e/ou de uma analogia, que apareça escrita, o que constitui um pré-

requisito para que as possa usar, através de uma exploração didáctica eficaz (Glynn et al., 1989), complementando com a sua actividade o papel desenvolvido por essa metáfora e/ou analogia escritas. Assim, a leitura de um texto que inclua a metáfora e/ou a analogia deve ser complementada com outras actividades desenvolvidas na sala de aula, nomeadamente trabalho laboratorial, para se obter uma abordagem compreensiva aos conceitos em Ciência. Uma melhor compreensão também se poderá obter, através de uma leitura prévia e de uma discussão posterior (Spiegel e Wright, 1984).

Quanto aos autores, escrever um manual sem recorrerem à metáfora ou à analogia têm menos possibilidade de ajudar a aprendizagem de uma conceito, pois que os textos que as contenham fazem reter mais informação e promovem uma representação mais rica desse conceito, podendo esse conceito ser usado de uma forma mais criativa e flexível.

Porém, a escolha da metáfora e/ou da analogia nos manuais escolares não parece ser realizada segundo objectivos precisos. Pelo contrário, parece que a metáfora e/ou a analogia, quando utilizadas nos manuais escolares, são improvisadas pelos autores ou retomadas de outros manuais, sem ter em conta as necessárias exigências didácticas (Hamrouche, 1989). Por isso, devido à complexidade da introdução da metáfora e/ou da analogia nos manuais escolares, pensa-se que seria interessante, como sustentam os estudos de Thiele (1991), que no futuro houvesse um banco de metáforas e de analogias já tratadas e um livro do professor onde fosse sugerido como essas metáforas e analogias poderiam ser exploradas ou apresentados modelos de exploração. Pensa-se que esta ideia seria mesmo partilhada e bem aceite pelos autores que se recusam a usar a metáfora e/ou analogia nos seus manuais escolares.

## CONCLUSÃO

A metáfora e a analogia podem proporcionar uma representação do conhecimento prático e pessoal do ensino pois que ajudam a representar o que é desconhecido em função do que é conhecido. Proporcionam a oportunidade de penetrar nas práticas dos professores em contextos específicos e ligá-las com as concepções pessoais desses professores de modo a permitir a compreensão do acto educativo de uma forma global. Podem permitir, ainda, detectar problemas educativos pela demonstração dos êxitos e dos fracassos do ensino escolar.

A metáfora e a analogia podem constituir, ainda, instrumentos poderosos para a formação de professores nomeadamente para a consciencialização do seu papel como professor, para o desenvolvimento profissional, para a auto-formação e para a inovação das práticas. Podem desempenhar um papel importante na investigação em formação.

Nos manuais escolares a metáfora e a analogia não são utilizadas de forma a desenvolver as potencialidades heurísticas que encerram. São utilizadas de forma acrítica geralmente para introduzir conceitos novos.

Como conclusão parece que embora haja um generalizado consenso entre os investigadores sobre as potencialidades da LM no ensino tal não acontece quanto ao saber com que função a LM é utilizada pelos professores. nomeadamente se para a construção do conhecimento ou se para a aprendizagem rotineira. Parece que a metáfora e a analogia no ensino não são utilizadas de forma a explorar todas as suas potencialidades em qualquer das

áreas que se considere: práticas de ensino, formação de professores ou manuais escolares.

## **III PARTE**

### **Estudo Empírico**



## **Capítulo I**

### **A METÁFORA, A ANALOGIA E O ENSINO**

#### **LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

##### **INTRODUÇÃO**

Os resultados apresentados provêm da análise e interpretação dos dados recolhidos durante a segunda fase da investigação empírica: a metáfora, a analogia e o ensino. Os dados foram recolhidos através da realização de entrevistas, da administração de um questionário e da análise de documentos. Mais especificamente, os dados resultaram da realização: (i) de duas entrevistas colectivas, uma a professores de Biologia e Geologia e outra a professores de Física e Química; (ii) da administração de um questionário aos professores universitários que tinham a seu cargo a disciplina de Didáctica/Metodologia das ciências; (iii) da realização de entrevistas a dois dos professores que haviam respondido no questionário que trabalhavam nas suas aulas a LM; (iv) da realização de entrevistas a dois professores que tinham tido formação em LM; (v) da análise de manuais escolares; (vi) da análise dos programas curriculares dos vários níveis de ensino, das diferentes disciplinas incluídas na designação de “ciências”, no respeitante aos objectivos, aos princípios orientadores e às sugestões metodológicas.

Para a análise dos dados recolhidos durante as entrevistas escolheu-se a análise de conteúdo qualitativo com o objectivo de fornecer elementos para a compreensibilidade das questões colocadas neste estudo.

Utilizaram-se os dados para obter resultados que nos permitissem fazer inferências, partindo do conteúdo directo do texto, tendo como base as questões, hipóteses e objectivos de investigação já descritos anteriormente.

Não se queria avaliar a competência profissional dos entrevistados, nem os seus conhecimentos, nem a relação pedagógica que mantinham na sua actividade como professores, mas obter dados sobre o uso da LM em sala de aula e sobre a formação de professores sobre este tema. O objectivo desta análise era analítico, compreensivo e interpretativo.

Após a transcrição escrita, obtida da gravação áudio das respostas às questões postas durante as entrevistas e de várias leituras do discurso produzido pelos entrevistados para compreender o respectivo pensamento, construíram-se grelhas de análise com base em grandes categorias específicas para cada tipo de entrevista na perspectiva de Ghiglione (1980):

“As categorias representam quadros de pensamento ou de leitura que dão regras e procedimentos interpretativos” (p. 10).

O guião das entrevistas serviu como uma primeira matriz de construção de categorias. Verificou-se, contudo, que tal não era suficiente por se perder a riqueza da informação recolhida. Foram-se, então, criando e refinando as categorias que agora se apresentam que, por vezes, não têm uma relação directa com as questões formuladas nos guiões, tendo havido a necessidade, algumas das vezes, de recorrer a mais de uma questão desenvolvida ao longo da entrevista para se encontrar o excerto correspondente à categoria da análise. Este processo de leitura dos dados determinou que o quadro com as categorias não fosse exaustivo nem completo. Obteve-se, assim, no plano analítico, uma colecção de fragmentos ou excertos fragmentados que se organizaram para



retirar significado, considerando apenas o significado imediatamente acessível, estando-se consciente que poderá haver informação útil que não foi tratada. A maneira dos entrevistados se expressarem, os silêncios, repetições e reticências só foram analisados quando se achou que eram pertinentes e davam informações importantes para a compreensão das respostas.

As regras teóricas, que habitualmente são recomendadas, não foram seguidas axiomáticamente, mas foram adaptadas às características deste estudo. Seguiram-se, contudo, as regras gerais da análise de conteúdo. Por vezes, o tratamento dos dados baseou-se em dados subjectivos, resultado da integração da experiência própria e conhecimentos pedagógicos da investigadora com a análise das concepções explícitas das filosofias educativas que os entrevistados manifestaram. Houve consciência desta subjectividade interpretativa em todo o processo, começando pela escolha dos excertos considerados significativos, pela construção das grelhas de análise e pelas limitações das interpretações que são referidas no quadro das concepções pessoais e das ressonâncias experienciais próprias. Está-se consciente que poderiam ter sido construídas outras grelhas de análise com objectivos similares. A construção destas grelhas, que se pretendiam funcionais, interessantes e satisfatórias em relação aos dados que se queriam analisar, apesar das limitações inerentes, permitiram a sistematização dos dados.

Apesar de se ter feito uma breve caracterização profissional de cada entrevistado, não se fez um estudo analítico da respectiva história de vida. Por consequência, não se pôde, nem se quis relacionar variáveis pessoais/profissionais de experiências anteriores ou de concepções epistemológicas com as respostas dadas.

Todos os entrevistados se mostraram disponíveis, colaboradores e interessados no tema, o que ficou demonstrado pelo pedido de bibliografia ou de acções de formação após a realização das entrevistas.

No tratamento de dados fornecidos pelo questionário, aplicado a professores universitários que tinham a seu cargo as disciplinas de Didáctica/Methodologia das Ciências da formação inicial de professores, foi utilizado o método de análise de conteúdo para as questões abertas (como já foi referido) e a análise das frequências e das percentagens respectivas, aproximadas às décimas, para os outros tipos de questões. Não foram utilizados outros métodos estatísticos pelo número reduzido da população e da amostra.

Nas questões abertas as respostas dum mesmo respondente puderam situar-se simultaneamente em várias metacategorias.

Os questionários foram numerados de 1 a 28. O questionário foi enviado, por correio ou entregue pessoalmente, a 28 professores, constituindo 100% da população que lecciona, nas Universidades Portuguesas, Didáctica/Methodologia a alunos, futuros professores de Biologia/Geologia e Física/Química. Foram recebidos 25 questionários (86,2% de respostas recebidas) sendo a perda 13,8%.

Na análise documental realizada os documentos analisados foram: os manuais escolares e os programas oficiais.

Fez-se a análise de conteúdo dos manuais mais divulgados das disciplinas de Ciências da Natureza do 9º ano e de Biologia do 11º ano de escolaridade no respeitante à unidade didáctica da célula. Procedeu-se metodologicamente do mesmo modo para analisar as sugestões metodológicas existentes nos

programas oficiais disponíveis das disciplinas tradicionalmente denominadas “ciências”.

## 1- A METÁFORA, A ANALOGIA E AS PRÁTICAS DOS PROFESSORES

Foram investigadas as práticas, em contexto de sala de aula, dos professores de ciências *sem e com* formação inicial em LM.

### 1.1- Práticas de Professores Sem Formação Inicial em LM

O objecto da análise do discurso produzido nas entrevistas colectivas realizadas a professores em serviço, sem formação inicial em LM, leccionando Biologia/Geologia e Física/Química, não residiu, prioritariamente, na dinâmica do processo de grupo mas, essencialmente, na dinâmica dos enunciados produzidos pelos entrevistados.

Numa primeira etapa da análise dos dados, foram considerados os discursos produzidos por todos os entrevistados, como se tratasse de um único, ou seja, como se fosse uma totalidade. O objectivo foi o de reconstruir as modalidades de interacção entre os entrevistados. Esta análise, feita segundo as categorias definidas, permitiu, assim, dar origem à análise de modalidades de interacção, tais como o conflito, a convergência, a complementaridade ou a cooperação.

Numa segunda etapa o mesmo material foi sujeito a uma análise individual do discurso de cada entrevistado. Segundo Blanchet (1992), este tipo de análise tem por objectivo medir as diferenças de formulação e de conteúdo e de recuperar eventuais opiniões entre os membros do grupo. A leitura do discurso de cada entrevistado, nesta segunda etapa, foi uma análise mais personalizada. Essa leitura foi realizada segundo as mesmas categorias definidas para a

primeira etapa, o que permitiu ter, para cada entrevistado, um quadro de opinião e de actuação.

No quadro dos resultados, que se apresenta no anexo B, as categorias onde as linhas não aparecem preenchidas correspondem à não explicitação de opinião por parte do entrevistado.

Foram definidas sete categorias de análise, sendo necessário nalguns casos definir subcategorias.

Ao definir a categoria denominada “*utilização*”, englobaram-se respostas que possibilitaram averiguar os conteúdos das seguintes subcategorias:

(i) se os professores usavam ou não a metáfora e/ou a analogia na sua prática lectiva; (ii) se achavam a utilização da metáfora e/ou da analogia didacticamente útil; (iii) se usavam a metáfora e/ou a analogia de uma forma programada e sistemática ou de uma forma espontânea e intuitiva.

Ao definir a categoria denominada “*objectivos*”, englobaram-se respostas sobre o “*para quê*” é que os professores produziam, compreendiam e utilizavam a metáfora e/ou a analogia.

A categoria denominada “*alunos*” englobava as subcategorias seguintes:

(i) qual o papel que os professores consideravam que os alunos tinham, ou seja, como é que os alunos produziam, compreendiam ou utilizavam a metáfora e/ou a analogia; (ii) em que nível etário dos alunos era que os professores utilizavam, na sua rotina de ensino, a metáfora e/ou a analogia.

Na categoria denominada “*trabalho realizado*”, foram consideradas as respostas que possibilitassem saber qual a metáfora e/ou a analogia que os professores

utilizavam, realmente, na sala de aula e na categoria denominada “*exploração*”, como era que estas eram trabalhadas didacticamente. Nesta categoria analisou-se “*o como*” era realizado o trabalho.

A categoria denominada “*problemas*”, recolheu as opiniões dos professores sobre as dificuldades encontradas ao utilizarem a metáfora e/ou a analogia em contexto de sala de aula.

Por último, na categoria denominada “*formação*” , pretendia-se saber a existência de formação nesta temática.

#### 1.1.1- Leitura dos Resultados da Entrevista Colectiva a Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em LM

##### 1ª Etapa

Os professores entrevistados, geralmente, revelaram uma atitude consensual, complementar ou de cooperação, verificando-se mesmo a exemplificação das ideias uns dos outros e o aparecimento de situações várias de curiosidade e interesse sobre o que os outros estavam a relatar (e.g. “*ora conta lá*”). As divergências de opinião centraram-se na idade própria para os alunos compreenderem uma metáfora e /ou uma analogia e na forma de exploração didáctica da metáfora e/ou da analogia nas aulas.

##### - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Em relação à utilização da metáfora e/ou da analogia em sala de aula, embora os professores afirmassem que as utilizavam (e.g. “*estou sempre a recorrer a exemplos de coisas que não têm a ver com o assunto*”), tendo em consideração que “*depende das turmas*”, pode inferir-se que simultaneamente lhe atribuem um estatuto de inferioridade, atribuição acompanhada até de laivos de culpabilidade

(e.g. *“não vão lá para fora dizer que eu disse isto”* ou *“não ponham isto no ponto”*). Uma das vertentes ligada a este estatuto está ligada ao chamado rigor científico. Ou não as consideravam com rigor científico (e.g. *“retira rigor científico sem dúvida nenhuma”*), ou tinham uma posição crítica (e.g. *“era preciso não abusar”* ou *“arranjo uma metáfora, passo a informação e depois recuo logo”*).

#### - Utilidade de Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

A utilidade de utilização da metáfora e/ou da analogia na prática lectiva era um ponto de consenso entre os entrevistados. Este consenso provinha da ideia que a utilização da LM dava bons resultados relativamente à aprendizagem e constituía mais um instrumento didáctico disponível.

#### - Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

O trabalho realizado nas aulas usando a LM parece não se reger por qualquer tipo de programação, apesar dos professores terem afirmado que às vezes programam a utilização da metáfora e/ou da analogia (e.g. *“uso, umas vezes, espontaneamente, outras vezes, programadamente”*). A metáfora e/ou analogia aparecem, normalmente, de uma forma espontânea (e.g. *“o facto de estar a falar, vem à cabeça e sai”*), pelo que se pode inferir que não havia consciência dos aspectos problemáticos, não resultando, portanto, de um trabalho de programação de índole didáctica, voltado para exploração das potencialidades e para o controlo das limitações da metáfora e/ou da analogia utilizadas. Havia, contudo, uma utilização empírica experiencial (e.g. *“se dá resultado numa turma, utilizo na outra”* ou *“pega-se”, “nos anos subsequentes lá está ela”*).

### Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Pelos dados que a entrevista fornece é difícil interpretar os objectivos da utilização da metáfora e/ou da analogia na opinião dos professores, já que estes confundiam a LM com outros tipos de linguagem figurativa. É, contudo, de referir que, surpreendentemente, nunca falaram em “comunicação”, ou seja, não relacionavam o uso da metáfora e/ou da analogia como tendo uma função ligada à comunicação. A preocupação de utilizar um conjunto de termos (englobando exemplos, provérbios, anedotas, etc). pertencentes à linguagem figurativa, era encarada, essencialmente, como sendo de natureza cognitiva, seja como uma ajuda à compreensão de conceitos (e.g. *“é uma maneira dos tipos compreenderem”*) com o objectivo de concretizar conceitos abstractos ou fenómenos não visíveis (e.g. *“vejam de facto do que se está a falar”*), seja como uma associação do princípio didáctico de ligar o conhecimento à vida real e ao quotidiano (e.g. *“integrar minimamente”*), seja, ainda, como uma estratégia da concretização (e.g. *“uma coisa que para eles seja palpável”*).

É interessante realçar, neste ponto, expressões metafóricas relacionadas com a função da LM utilizadas pelos entrevistados como, por exemplo, *“uma muleta para eles perceberem”*, ou o recurso às imagens visuais quando se estavam a referir a aspectos abstractos (e.g. *“vejam de facto do que se está a falar”* ou *“verem o que não têm acesso pela observação”*).

Só posteriormente foram referidos outros aspectos como sejam a sua utilidade para o desanuviamento do clima da sala de aula (e.g. *“acham piada”*), para concentração nos assuntos (e.g. *“chamar a atenção”*, *“Terra, Terra estão todos na Lua?”*), para controlo da sala de aula (e.g. *“olhem que caem as bilhas em cima”*), para desenvolvimento da criatividade e para motivação (e.g. *“uso muito*

*as telenovelas porque eles gostam*”), ou para memorização (e.g. *“lembrem-se daquela história ...”*).

Os entrevistados utilizaram, eles próprios, algumas metáforas (e.g. *“puxar a cordinha”*, *“agarrar os conceitos”*) no decorrer da entrevista, do que se pode inferir que tal como fazia parte da linguagem quotidiana destes professores também este uso faria parte da linguagem que utilizavam em sala de aula.

#### - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos

Das respostas dadas não se pode compreender se os professores se referiam à utilização da metáfora e/ou da analogia convencionais ou à produção de originais. Em qualquer dos casos afirmavam que os alunos as utilizavam (e.g. *“são eles mesmo que se lembram”* ou *“eles constroem as metáforas espontaneamente”*).

Em relação à metáfora e/ou à analogia utilizadas pelos alunos, achavam que estes as utilizavam espontaneamente e de um modo inadequado (e.g. *“utilizam-na toda ao contrário com a boa vontade de decorarem”*). Não referiram que a utilização da LM pelos alunos fosse qualquer coisa de valorizável na aprendizagem, afirmando mesmo que estes só eram capazes de as utilizarem depois de as aprenderem (memorizarem?), (e.g. *“depois entra no léxico da turma”* ou as ouvirem (e.g. *“vêem muito telenovelas”*), excepto um entrevistado que afirmou que *“quando eles constroem as suas próprias metáforas, consigo ver se o conceito foi adquirido”*. Em termos da metáfora (ou da analogia), como um instrumento de ensino este professor, atribuía-lhes, pois, um carácter de critério de avaliação da aprendizagem efectuada pelos alunos.



- Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores e o Nível Etário dos Alunos

As divergências de opinião centraram-se na idade própria para os alunos compreenderem uma metáfora e /ou uma analogia. Assim, enquanto no princípio da entrevista todos os professores estavam de acordo que se deveria utilizar a LM com os alunos mais novos para possibilitar uma concretização dos conceitos (e.g. *“quanto mais novos mais uso”*), ao longo da entrevista foi surgindo a ideia que só para os alunos de 14 a 16 anos é que era conveniente usar a metáfora e/ou a analogia (e.g. *“os alunos do 7º e 8º anos dificilmente agarram um conceito abstracto”*) porque é a idade na qual se adquire a capacidade de abstracção (e.g. *“uma pessoa só começa a conseguir a capacidade de abstracção do 8º ano para cima”*) de modo a permitir a distinção entre a realidade e a metáfora e/ou a analogia (e.g. *“os mais novos têm dificuldade de fazer isso”*).

- Trabalho Realizado

Quanto ao trabalho realizado na sala de aula, estes professores escolhiam a metáfora e/ou a analogia a utilizar relacionadas com a sua vida privada (e.g. *“eu sou Ribatejana e na casa dos meus pais...”*), com telenovelas que passavam na altura (e.g. *a hemoglobina é como a rapariga que tinha dois namorados tanto estava com um como com o outro*) ou utilizavam as tradicionais (e.g. *“aparelho circulatório e rede viária”*).

Não foi referida a utilização da metáfora e/ou da analogia escritas ou gráficas nem a influência dos manuais escolares no ensino.

- Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia.

Um aspecto que ocasionou opiniões divergentes entre os entrevistados, relacionava-se com a prática da exploração didáctica da metáfora e/ou da

analogia. Só um entrevistado declarou, explicitamente, que as explorava, solicitando os alunos a gerarem as suas próprias metáforas e/ou analogias (e.g. *“que eles próprios produzem as suas metáforas e digam “Ah, é como isto... é como aquilo e eles chegam àquelas coisas por eles próprios”*).

Na exploração didáctica da metáfora e/ou da analogia, pode-se referir que os professores, que a faziam, tentavam pôr os alunos a explicar por palavras deles os conceitos ou procuravam que os alunos arranjassem outras metáforas e/ou analogias para o mesmo conceito (e.g. *“procuro que eles arranjem outro exemplo paralelo daquilo”, “faço alguns deles tentar explicar por palavras deles”*) ou que falassem livremente (e.g. *“só depois me enfio na deles”*) ou ainda que limitassem a aplicabilidade da metáfora e/ou analogia utilizada (e.g. *“explicam como é que eles transpõem da metáfora para a realidade”*). Fazer sínteses no quadro, fazer revisões (e.g. *“faço sempre depois a síntese no quadro, senão for nesse dia é no outro a seguir, como revisão”*) e questionar para tirar dúvidas (e.g. *“é ótimo que eles digam erros porque entretanto vou corrigindo”*) eram outras actividades didácticas que foram referidas. Em contraste, outros entrevistados discordaram destas actividades didácticas, (e.g. *“não os deixo alongar senão era uma reinação ”* ou *“não sei para que campo isto podia levar”*). Estão, aqui, em confronto duas atitudes didácticas, uma centrada no aluno, outra no professor que parecem diferenciar-se em função do receio ou ausência de receio que o professor possa ter sobre as suas implicações no controlo da turma.

A maioria dos professores utilizavam a metáfora e/ou a analogia reduzindo-as simplesmente à comparação, (e.g. *“foi só fazer a comparação não houve mais exploração”*), esperando que os alunos as compreendessem automaticamente.

Outro aspecto, interessante, é o que se prende com o facto de, para um dos entrevistados (que afirmou não estar motivado para a função de professor), a metáfora e/ou a analogia apareciam como “algo mais” do que a sua função de professor exigia, constituindo um esforço suplementar, não estando integrado na prática quotidiana, no entanto, era um dos entrevistados que as utilizava no discurso corrente. Poderá inferir-se que as utilizava na sala de aula, mas não estava consciente que o fazia.

- Problemas Referidos pelos Professores ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva

Em relação aos problemas verificados, os professores referiram os seguintes aspectos: o poder da metáfora e/ou da analogia e a dificuldade de as distinguir da realidade, referenciadas pelos seus efeitos na memória de longo prazo (e.g. *“eles depois nos pontos escrevem o exemplo”*); as dificuldades de compreensão da LM devido a problemas prévios resultantes da deficiente interpretação da linguagem literal que se infere ser considerada de mais fácil compreensão (e.g. *“eles nem sequer sabem o que querem dizer os verbos em Português”*); dificuldades cognitivas dos alunos (e.g. *“não têm preparação básica”, “não são capazes de criar”*)\*; finalmente, o nível etário (e.g. *“Uma pessoa só começa a conseguir a capacidade de abstracção aí pelos 14, 16, 17 anos”*). Além destes problemas, relacionados com os alunos, os entrevistados referiram, também, problemas relacionados com a falta de tempo (e.g. *“temos tendência para nos exceder, perdemos tempo e um pouco daquilo que pretendíamos”*).

---

\*É interessante notar a ligação intuitiva que é feita da utilização da LM com a criatividade.

Nunca foi referido a falta de formação dos professores nesta temática ou outro qualquer tipo de dificuldade centrado nos professores, como a dificuldade de criar (que foi referida inúmeras vezes em relação aos alunos).

São, ainda, referidos problemas com os pais cujos filhos tinham grande sucesso escolar, que em reunião, mostraram o seu desagrado “*pelas brincadeiras e histórias*”, em contraste com os pais cujos filhos tinham dificuldades escolares (e.g. “*pediram-me pelo amor de Deus para continuar a contar histórias*”). Pode-se inferir que os bons alunos, portanto bem adaptados ao sistema escolar, não gostam de “*brincadeiras e histórias*” talvez por pensarem que estão a perder tempo enquanto os alunos com dificuldades de aprendizagem sejam motivados por essas “*brincadeiras e histórias*” e assim possam minorar as suas dificuldades.

#### - Formação de Professores em LM

Nenhum dos professores entrevistados tinha tido alguma formação, formal ou informal, na problemática da linguagem em Ciência, ou, mais especificamente, em LM e na sua aplicação em sala de aula (e.g. “*eu cá nunca*”). À data da entrevista nunca, também, se tinham preocupado didacticamente com este problema (e.g. “*os professores de Letras é que se ralam com essas coisas*”). A única preocupação genérica com a linguagem que revelaram foi demonstrada com a referência à dificuldade dos alunos em lerem e em interpretarem (e.g. “*eles nem sabem os verbos em Português*”).

Embora no decorrer da entrevista não fossem manifestadas preocupações nem problemas com a sua própria formação, cumpre assinalar que, depois da entrevista, solicitaram uma acção formal de formação sobre este tema, que foi

realizada. A própria entrevista teve um papel motivador para a formação destes professores.

#### - Comentários

A entrevista decorreu em ambiente informal, cordial e empático, havendo várias situações de descontração manifestada por risos e sinais de cumplicidade entre os entrevistados. Depois da entrevista acabar, os entrevistados limitaram-se (em regra) a contar episódios da sua história da vida profissional. Sentiram-se valorizados por poder falar da sua experiência como professores e por ser reconhecido o valor dessa experiência, como afirmaram em conversas informais posteriores.

Houve uma comunicação sem constrangimentos demonstrado pelo desabafo de um dos entrevistados (e.g. *“estou farto disto (ensinar)”*) o que leva a inferir que houve honestidade nas respostas, apesar de estarem em situação de formação obrigatória.

#### 2ª Etapa

Conforme acontecia na 1ª etapa da análise de dados, também, aqui, ao analisar os dados por entrevistado, se verificou que havia mais situações de complementaridade e convergência de opiniões do que conflitos ou oposições, indo as intervenções de alguns entrevistados completando as dos outros, ou fazendo surgir novas situações.

Pela leitura longitudinal das respostas infere-se que alguns dos entrevistados estavam mais conscientes do que outros acerca da utilização da LM. Este facto ressalta, por exemplo, da análise comparativa dos discursos do R5 e do R7, sobretudo, na categoria *“Exploração Didáctica”*. Esta categoria é aquela que se

considera mais relevante como demonstração de que realmente os professores estão ou não conscientes das limitações e potencialidades da utilização da LM.

É de referir que os objectivos da utilização da LM eram muito variados. Utilizavam-na não só no aspecto cognitivo, como instrumento de ensino, para explicar conceitos mas também como controlo e desanuviamento do clima da sala de aula, para chamar a atenção, como avaliação da aprendizagem, como memorização e contextualização.

Quanto à nomenclatura, confirma-se uma situação algo confusa, pois que os diferentes entrevistados utilizavam as palavras “exemplos”, “teatro”, “anedotas”, “comparações”, etc. para se referirem à LM. Não conheciam, pois, o significado de metáfora e de analogia o que conduziu a resultados com pouca relevância.

Em relação à aceitação pelos alunos, parece poder concluir-se que todos concordavam que a utilização da LM era positiva nas várias funções que referiram. No entanto, verificaram-se discrepâncias no valor atribuído à utilização de metáforas e de analogias geradas espontaneamente pelos alunos. Para uns, esta utilização era uma forma de memorização, enquanto para outros, era útil para explorarem didacticamente os erros, para tirar dúvidas ou para poderem avaliar a aprendizagem de um determinado aluno.

#### 1.1.2- Leitura dos Resultados da Entrevista Colectiva a Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em LM

##### 1ª Etapa

Como aconteceu na entrevista anterior, o que predominou foi uma atitude consensual e complementar de ideias, tendo havido algumas divergências de

opinião, como a utilidade da utilização da metáfora e/ou da analogia no ensino da Física e o nível etário em que se poderia utilizá-las na sala de aula.

É de realçar que um entrevistado, motivado pela entrevista, definiu, intuitivamente, o que seria uma boa metáfora e/ou analogia baseado na ideia que seriam aquelas que correspondiam melhor à realidade dos fenómenos (e.g. *“sempre que a gente consegue arranjar uma metáfora muito paralela à realidade é extraordinariamente importante pois dá uma ideia correcta do fenómeno”*).

#### - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

É curioso referir que, no início da entrevista, nenhum dos entrevistados pensava que utilizava a LM (e.g. *“não tenho a certeza”, “naturalmente que devo utilizar mas concretamente...”*) mas ao longo da entrevista foram consciencializando-se que as utilizavam realmente (e.g. *“à primeira vista parece que não, mas pensando melhor utilizo”*), referindo as inúmeras metáforas e analogias que utilizavam. Isto pode ser considerado como uma ausência de preocupação com a problemática da LM nas suas actividades de ensino.

#### - Utilidade da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

A utilidade da metáfora e da analogia no ensino não foi um ponto de acordo entre os entrevistados, pois um dos entrevistados não via utilidade nenhuma aplicada ao ensino da Física talvez por considerar que a Física é objectiva e exacta e a LM subjectiva e ambígua (e.g. *“nas ciências como a Física não me cheira que tenha grande futuro”*) em confronto com a opinião da maioria dos entrevistados que as achava útil (e.g. *“ajuda bastante”, “acho que é útil”, “acho que eles dizem ah... é isso”*). Apesar deste facto, os professores, maioritariamente, concordavam que a utilização da metáfora e/ou da analogia era útil no processo de ensino-aprendizagem.

- Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

A maioria dos professores utilizavam a LM de uma forma espontânea (e.g. *“comigo sai mais espontaneamente”*) embora um professor afirmasse que também programava a utilização da LM na sala de aula (e.g. *“acontecem as duas coisas”*).

- Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Os entrevistados utilizavam a metáfora e/ou a analogia, essencialmente, para explicação de conceitos difíceis, (e.g. *necessito (da metáfora) quando os conceitos são mais abstractos e mais difíceis de transmitir*) principalmente com elevado grau de abstracção (e.g. *quando os modelos são extremamente abstractos, então, vou arranjar uma coisa mais ou menos prática*), ou incapacidade de visualização imagética (e.g. *“nós não vemos nem os podemos pôr a ver as partículas nem a estrutura da matéria, aí é que vamos utilizar a metáfora”*) ou ainda com fins didácticos de ligação ao quotidiano (e.g. *“(utilizo) por causa do dia-a-dia”*) ou para a memorização (e.g. *“para a repetição”*).

Uma das funções didácticas da metáfora e da analogia comumente aceite é a de concretizar os conceitos abstractos. É contraditório que os professores achassem que a metáfora e a analogia eram abstractas quando afirmavam que as usavam para concretizarem a aprendizagem de conceitos abstractos. Foram referidos outros objectivos da utilização da LM como o desanuviamento do clima da aula (e.g. *“já estou a ver fumo. Estão a pensar muito”*) e controlo da disciplina (e.g. *“quando está generalizada a confusão, emprego uma frase: “estamos na praça ou quê?”*).



- Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos

Em relação a esta categoria, isto é, a utilização da LM, espontaneamente, pelos alunos, os professores tinham uma opinião muito reducionista e negativista, ligando-a, cognitivamente, à simples memorização (e.g. *“ficam agarrados à repetição quando não conseguem pôr por palavras deles”*), à incompreensão (e.g. *“há respostas do tipo - afinal o que é que isto tem a ver com isto?”*) ou à incapacidade de falarem usando a metáfora e/ou a analogia (e.g. *“usam-nas sempre deturpadas”*). Infere-se, destas respostas, que não vislumbravam as vantagens cognitivas de tal utilização como, por exemplo, a criatividade ou a mobilização de conhecimentos de vários domínios (e.g. *“ajuda mas depois não são capazes de generalizarem o suficiente”*). Na opinião de alguns entrevistados, os alunos não usavam a LM (e.g. *“a vida das crianças é uma vida muito directa, muito activa não dá para poesias ou filosofias. Quando querem explicar coisas explicam por palavras delas e raramente fazem comparações”*).

- Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores e o Nível Etário dos Alunos

Um ponto de consenso foi este: no 8º ano os alunos têm grande dificuldade de compreender a LM pelo grau de abstracção exigido, o que não acontece com alunos mais velhos (e.g. *“nos mais velhos têm mais poder de abstracção, já é mais fácil. Os do 8º ano têm dificuldades em relação ao raciocínio de abstracção”*). No entanto, um dos entrevistados afirmou que, baseado na sua própria experiência, quando criança e por observação do comportamento dos diversos filhos que tinha, eram as crianças mais pequenas que utilizavam as comparações mais frequentemente (e.g. *“por vezes comparam com banda desenhada, com a telenovela, mas isso é mais nas crianças mais pequeninas do que nas outras maiores”*).

- Trabalho Realizado

Ao longo da entrevista os professores foram dando vários exemplos de metáforas e/ou de analogias que utilizavam na sala de aula para explicarem conceitos (entropia, hábitos cristalinos e amorfos, resistência eléctrica) ou de relações, como por exemplo, as dimensões dos constituintes do átomo (e.g. *“no modelo atómico uso a mosca no estádio de futebol, para as dimensões”*).

- Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia

Resultante deste primeiro confronto com a problemática da utilização da LM no processo de ensino-aprendizagem os professores não souberam explicar, concretamente, as formas de exploração didáctica, dissimulando a resposta com a afirmação da existência de problemas centrados nos alunos (e.g. *“eles não conseguem perceber, depois tenho de lhes dizer terra a terra o que se passa”*). Fica a dúvida se o “terra a terra “ era formulado em linguagem literal ou se este professor estava a utilizar outra metáfora ou analogia ou ainda se era uma demonstração de cautela (e.g. *“tem que se ter cuidado como é que se há-de pegar na metáfora”*). Neste caso, fica a dúvida se a resposta era uma fuga à pergunta ou era o resultado da consciencialização dos problemas da utilização acrítica da LM.

No entanto, um entrevistado referiu-se à utilização da metáfora ou da analogia depois da realização de um trabalho experimental, explorando-as pela análise dos seus efeitos, delineando mesmo o seguinte modelo de utilização da LM: (i) utilização de metáfora; (ii) feitura de trabalho experimental; (iii) exploração dos efeitos; (iv) confronto com a realidade.

- Problemas Referidos pelos Professores ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva

Os problemas que os entrevistados referiram foram os ligados ao poder da metáfora e/ou da analogia (e.g. *“não conseguem ultrapassar aquilo que viram”, “não ultrapassam aquilo do concreto”*). Verifica-se, segundo as opiniões expressas, que a metáfora e/ou analogia ficam na memória dos alunos, mas os conceitos a que se referem desaparecem. Na opinião dos entrevistados, os alunos não conseguem, também, diferenciar o domínio concreto da fonte da metáfora e/ou da analogia do domínio abstracto do conceito alvo (e.g. *“ficam sempre com um erro de interpretação devido ao exemplo concreto”*). Os entrevistados não referiam nenhuma estratégia didáctica adequada para solucionar estes problemas.

É de realçar a opinião de um entrevistado que achava que a LM era um assunto pessoal e que não podia ser usada para toda a classe (e.g. *“a LM que sinto que posso utilizar, é no quadro pessoal. É quase de indivíduo a indivíduo e não para a sala inteira. Eles só entendem o que querem”*). De uma forma intuitiva, que não sabia bem explicar, referia-se a aspectos pessoais como a diversidade das experiências e conhecimentos anteriores, às discrepâncias culturais, etc, que condicionam a compreensão da LM.

- Formação de Professores em LM

Para todos os entrevistados foi um assunto novo que nunca tinham ouvido falar (e.g. *“foi a primeira vez que ouvi falar”*), nem sequer tinham pensado nele. Verificou-se uma confusão entre conceitos, usando os entrevistados, aleatoriamente, palavras como “exemplos”, “metáforas”, “imagens”, “simulações”, “modelos”, “anedotas”, “histórias” e “convenções”, nomeadamente gestuais (e.g.

*estalar os dedos* ). Este facto é demonstrativo da falta de formação nesta área. Um professor justificava a sua aprendizagem em LM através da motivação provocada pelos manuais escolares (e.g. *“Aprendi nos manuais e livros - achei muito giro a história do grão de areia e da mosca no estádio de futebol”*).

## 2ª Etapa

Fazendo uma segunda análise desta entrevista colectiva com base no que afirmou cada entrevistado, é de realçar o contraste entre o discurso de R1 e de R6. Enquanto o primeiro mostrou, embora não tendo nenhuma reflexão teórica anterior, que era capaz de verbalizar muitas situações de utilização da LM em sala de aula, explicando o porquê dessa utilização tendo um modelo próprio para a utilizar e sabendo explicitar o que era uma boa metáfora, o entrevistado R6, talvez por achar que a utilização da metáfora e da analogia era um assunto individual, não acreditava nas potencialidades da LM como instrumento de ensino ou de aprendizagem, considerando que os alunos usavam a metáfora e/ou a analogia deturpadamente (quando as usavam). É, portanto, natural que o R6 não explicitasse formas de exploração didáctica, nem sequer queira falar no trabalho realizado. Infere-se que não utilizava LM na sala de aula, até porque tinha a opinião que os alunos não a aceitavam bem. Não se pode inferir quais as razões desta opinião, na medida que não utilizava LM na sala de aula e não conseguia verbalizar as razões porque achava que a utilização da metáfora e da analogia era uma questão pessoal. Tinha a intuição de ambiguidade, mas não estava consciente dela sob o ponto de vista didáctico.

Da análise das várias categorias, com excepção do caso já referido, parece haver mais consensos e complementaridades que divergências de opiniões.

Todos estavam de acordo que utilizavam a LM, essencialmente, para explicação de conceitos abstractos e mais difíceis de transmitir ou para controlar a disciplina e desanuviar o clima da aula; que existem problemas na utilização da LM, principalmente ao nível do poder da concretização da metáfora e da analogia, dificultando o salto conceptual para o nível abstracto do conceito. Como é compreensível, a categoria “exploração didáctica da metáfora e/ou da analogia”, revelou-se a mais pobre em respostas, pois só se pode explorar quando se conhece, ou se tem alguma reflexão, sobre as práticas.

### 2.1.3- Leitura Comparativa dos Resultados das Entrevistas a Professores Sem Formação Inicial em LM

Nas duas entrevistas colectivas realizadas, uma a professores de Biologia/Geologia e outra a professores de Física/Química, não se verificou um domínio opinativo de nenhum dos entrevistados sobre os outros. É notório que todos os professores entrevistados interpretavam “metáfora e analogia” como figuras de linguagem ligadas a um conjunto de actividades didácticas que incluía exemplos, esquemas, gráficos, simulações, teatro, histórias, anedotas, etc., podendo-se concluir que os professores não sabiam, realmente, o que era uma metáfora ou uma analogia.

Alguns dos entrevistados só no decorrer da entrevista é que começaram a entrar em diapasão com o tema suscitado, o que se atribui a ignorância, insegurança ou timidez de falar de um tema para eles desconhecido. Para todos era a primeira vez que o tema era abordado abertamente, nunca tendo vivido nenhuma experiência de formação, nem sentido a necessidade dessa formação nesta área, pelo que se pode inferir que não estavam conscientes da problemática que envolve a utilização da LM em sala de aula.

A não existência de conflitos marcantes entre as opiniões dos entrevistados é interpretada como demonstrativa da falta de conhecimento desta temática, que não permitia, ainda, a existência de ideias fundamentadas e reflectidas que pudessem entrar em conflito.

Mesmo as discrepâncias de opinião inicial, com o decorrer das entrevistas passaram a ideias complementares ou até de cooperação. Devido a este desconhecimento sobre a problemática da LM no ensino e na aprendizagem, a consequência natural é que não poderia haver uma exploração didáctica adequada das metáforas e/ou das analogias utilizadas em sala de aula. No entanto, é de realçar a capacidade intuitiva de fazer a sua exploração didáctica, manifestada por alguns entrevistados, assim como a capacidade de definir o que era uma boa metáfora ou ainda a explicitação e a criação de um modelo de utilização didáctica da LM.

Não se notaram diferenças significativas em relação ao conhecimento da temática da LM, ao trabalho realizado ou à exploração didáctica entre os professores de Biologia/Geologia e de Física/Química.

Pode-se concluir que em ambos os casos, a metáfora e a analogia são utilizadas, pelos professores, de uma forma frequente e espontânea, recorrendo às suas próprias experiências anteriores, quer pessoais quer profissionais, como instrumentos de ensino prioritariamente com uma função cognitiva, para explicar conceitos abstractos e concretos ou fenómenos difíceis de visualização directa. Os professores, embora achem a LM didacticamente útil e utilizem, frequentemente, a metáfora e a analogia, não o fazem programada e sistematicamente, de forma apropriada e consciente.

Estes resultados corroboram as conclusões das investigações referidas na parte teórica deste estudo (cf. II Parte, Cap. IV - A Metáfora, a Analogia e o Ensino).

### 1.2- Práticas de Professores Com Formação Inicial em LM

Na continuação deste estudo achou-se relevante analisar as práticas de professores *com* formação inicial em LM para as confrontar com os resultados obtidos nas entrevistas já realizadas a professores *sem* formação inicial.

Partiu-se do pressuposto que a formação inicial tem impacto nas práticas lectivas dos professores. Pode-se operacionalizar “impacto” como a ligação coerente entre a formação inicial e as práticas lectivas.

Foram realizadas duas entrevistas a duas jovens professoras no seu primeiro ano de docência que leccionavam Ciências da Natureza no 3º Ciclo do Ensino Básico e cujos nomes tinham sido indicados pelos professores universitários que faziam formação inicial em LM nos cursos que eram responsáveis de formação de futuros professores de ciências, na disciplina de Didáctica. Ambas tinham formação em Biologia.

Para a análise de conteúdo dos discursos produzidos, definiram-se oito categorias, sendo necessário nalguns casos definir subcategorias.

Ao definir a categoria denominada “*utilização*”, englobaram-se respostas que possibilitaram averiguar os conteúdos das seguintes subcategorias:

(i) se os professores usavam ou não a metáfora e/ou a analogia na sua prática lectiva; (ii) se usavam a metáfora e/ou a analogia de uma forma programada e sistemática ou de uma forma espontânea e intuitiva; (iii) em que nível etário era que os professores utilizavam a metáfora e/ou a analogia.

Na categoria denominada “*objectivos*”, incluíram-se as respostas que indicavam a razão da utilização da metáfora e/ou da analogia. É aqui analisado o para quê da utilização da LM.

Na categoria denominada “*trabalho realizado*”, foram consideradas as respostas que possibilitassem saber qual a metáfora e/ou a analogia que os professores utilizavam, assim como se pretendia incluir um levantamento dos conteúdos em que estas são utilizadas. É aqui analisado o quê da utilização da LM.

Na categoria denominada “*exploração*”, pretendia-se averiguar o como da utilização da metáfora e/ou da analogia, ou seja, como esse trabalho era potencializado didacticamente na sala de aula.

Na categoria denominada “*atitude dos alunos*”, pretendia-se avaliar a opinião dos professores sobre as reacções dos alunos à utilização da metáfora e/ou da analogia e como era que se verificavam essas reacções.

Na categoria denominada “*problemas*”, pretendia-se conhecer algumas dificuldades que os professores sentiam ao utilizarem a metáfora e/ou a analogia.

Na categoria denominada “*manuals*”, pretendia-se avaliar a influência da LM utilizada nos manuais escolares, na escolha da metáfora e/ou da analogia a serem utilizadas pelos professores, em sala de aula.

Na categoria denominada “*impacto de formação*”, pretendia-se avaliar a influência da formação inicial em LM na prática lectiva, quer da disciplina Didáctica/Metodologia das Ciências, quer da supervisão do estágio.



### 1.2.1- Leitura dos resultados

#### 1ª Entrevista a uma Professora com Formação Inicial em LM

##### - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Esta professora não só utilizava a metáfora e a analogia na sua rotina de ensino como era acérrima defensora da sua utilização (e.g. *“penso que é realmente muito bom, muito bom integrar sempre a LM na prática lectiva”*). Utilizava-a oralmente e também na sua forma escrita (e.g. *“em fichas de trabalho e informativas utilizo a LM”*) e no quadro, em forma esquemática.

##### - Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Esta professora usava a LM espontaneamente quando a utilizava na forma oral (e.g. *“no discurso.(...) quando é necessário”, “no 9º ano utilizo LM quando calha”*). Quando a utilizava na forma escrita ou esquemática tinha nestes dois últimos casos o cuidado de escolher previamente a metáfora e/ou a analogia que utilizava para que estas fossem mais adequadas ao que era pretendido.

##### - Nível Etário dos Alunos

A LM, na prática desta professora, era utilizada com alunos de todas as idades e níveis de ensino. Achava, contudo, que com os alunos do 7º ano era mesmo essencial a sua utilização (e.g. *“a nível do 7º ano tem mesmo que se utilizar a LM porque os conceitos são muito complexos e abstractos para eles”*).

##### - Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Esta professora usava a LM com várias funções, sobretudo para a compreensão de conceitos complexos e abstractos (e.g. *“consegue-se levá-los a entender”*),

com o objectivo de ligação ao real e a situações do dia-a-dia (e.g. “*é a ligação ao real, com a família, a própria casa, a comunidade*”) ou para motivação, tornando as aulas mais vivas (e.g. “*claro que reagem (os alunos) melhor se nós tentarmos dar um pouco mais de vivacidade (às aulas)*”).

- Trabalho Realizado

O trabalho realizado, para esta professora, era centrado na utilização da metáfora e/ou da analogia no ensino de conceitos de Geologia devido à dificuldade dos alunos compreenderem as suas dimensões relativas (e.g. “*exemplificação em relação às dimensões em Geologia*”). Outro trabalho realizado relacionava-se com os modelos. Realizava este trabalho utilizando a LM tanto na sua forma oral como escrita e gráfica.

- Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia

Esta professora, na sua actividade de ensino, explorava didacticamente a LM, pedindo aos alunos para gerarem e explicarem as suas próprias metáforas e/ou analogias, (e.g. “*serem eles próprios a fazerem as comparações*”) ou para explicarem como os conceitos se interligam (e.g. “*posso querer que eles me expliquem a maneira como tudo se interliga*”) ou o que é que na metáfora e/ou na analogia representava o que era importante aprender (e.g. “*perguntar-lhes se será realmente aquilo que representa o que queremos dizer*”), tendo sempre presente as limitações da utilização da LM (e.g. “*isso das limitações é uma preocupação que tem de estar sempre presente*”), principalmente em relação à diferenciação entre a realidade e o modelo.

Do material escrito fornecido, pode-se analisar a exploração da LM num ficha de trabalho sobre “*agentes internos modificadores do globo terrestre*” em que depois de um texto onde era utilizada a LM são postas questões do tipo:

“no texto vem referida e explicada a ocorrência de um *sumptuoso bailado*. Indica qual a designação dos *bailarinos*; refere de que forma esses *bailarinos* se comportam num *palco limitado*”.

Da análise desta ficha pode-se referir que a professora sabia explorar didacticamente as metáforas que utilizava.

- Atitude dos Alunos

A atitude dos alunos era, na opinião desta professora, muito positiva (e.g. “*eles reagem bem*”, “*sempre melhor que se estivéssemos só a expor*”). Não referiu nenhum problema com os alunos.

- Problemas

Esta professora não referiu nenhum problema específico embora se referisse que o ano lectivo após o ano de estágio estivesse a ser difícil (e.g. “*este ano é difícil*”).

- Influência dos Manuais Escolares na Escolha das Metáforas e/ou Analogias Utilizadas na Prática Lectiva

As metáforas e as analogias que esta professora utilizava provinham da sua cultura geral (e.g. “*as metáforas que utilizo provêm um pouco de mim*”) não sendo influenciada pelos manuais escolares (e.g. “*os manuais não me influenciam*”).

- Impacto da Formação Inicial na Prática Lectiva

A formação inicial tinha influência na prática pedagógica desta professora, em relação à LM, (e.g. “*a minha prática diária tem muito a ver com aquilo que me chegou da Didáctica da Biologia*”) principalmente no ano de estágio devido à actuação da orientadora (e.g. “*adorava que nós utilizássemos a LM*”) e às

respectivas reuniões de avaliação onde eram discutidos e analisados os resultados da utilização de LM (e.g. *“como tinha sido a sua utilização, se tinha dado os resultados esperados, como os alunos tinham reagido”*).

Da sua experiência com colegas pensava que a utilização da LM não estava só ligada à formação que foi fornecida, mas estava, sobretudo, ligada a características pessoais do modo de encarar a vida, o ensino e a função de professora (e.g. *“com o mesmo tipo de formação há pessoas que optam por utilizar LM e outras não por não se sentirem à vontade”*). Achava, contudo, muito importante a formação inicial.

## 2ª Entrevista a uma Professora Com Formação Inicial em LM

### - Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Esta professora embora tivesse tido formação inicial em LM afirmava que não a utilizava frequentemente. Quando a usava, utilizava-a de forma oral, escrita e gráfica. Ao longo da entrevista foi-se verificando que, afinal, utilizava a LM frequentemente.

### - Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e da Analogia

Pelas opiniões expressas, na entrevista desta segunda professora, embora houvesse um cuidado de programação da metáfora e/ou da analogia utilizadas em situação controlada, estas apareciam espontaneamente em situação não controlada conforme as solicitações do trabalho lectivo. No entanto, são utilizadas metáforas e/ou analogias escritas, (e.g. *“faço fichas”*), havendo, neste caso, uma programação e um cuidado mais aprofundado na escolha da LM a ser utilizada.

- Nível Etário dos Alunos

Esta professora utilizava a LM em todos os níveis etários. No entanto, dava preferência aos alunos do 7º ano, portanto aos mais novos.

- Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Esta professora utilizava a LM essencialmente como instrumento de ensino quer para ligar com situações do quotidiano (e.g. *“comparo com o dia-a-dia nas coisas mais específicas, não necessariamente mais complexas”*), quer para explicar conceitos com o objectivo dos alunos os compreenderem (e.g. *“ligo (a LM) à explicação de conceitos para eles aprenderem melhor”*), principalmente em relação a conceitos abstractos (e.g. *“quando comparamos qualquer coisa abstracta com um exemplo comum eles percebem quase logo”*).

- Trabalho Realizado

Na sua prática lectiva esta professora associava a LM a todo o tipo de conceitos, dos mais concretos aos mais abstractos (e.g. *“dá para explicar coisas simples e concretas”*) e utilizava-a para todos os conteúdos, nomeadamente para explicar os aparelhos circulatório e respiratório, as dimensões em Geologia e a evolução da Terra, etc. embora afirmasse que, para certos conteúdos, tinha mais dificuldade em fazê-lo (e.g. *“nas populações e nos ecossistemas não dá ou, pelo menos, não encontro a LM adequada”*).

- Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia

Esta professora utilizava a LM quando recorria a modelos explorando as diferenças entre os modelos e a realidade (e.g. *“tenho sempre o cuidado de dizer que é um modelo, não é a realidade”*). A solicitação da metáfora e/ou da analogia espontâneas dos alunos só raramente era feita. Quando as solicitava aos alunos fazia-o como uma forma de avaliação da sua própria actividade,

quando não percebia se eles tinham compreendido (e.g. *“só lhes pergunto quando não percebo bem o que eles dizem”*).

Utilizava o diálogo como forma de explorar a metáfora e a analogia orais. Não se referiu a outros tipos de utilização didáctica da LM, nem demonstrou que praticava uma exploração didáctica conscientemente assumida.

- Atitudes dos Alunos

Esta professora apesar de pensar que os alunos aceitavam bem a metáfora e a analogia (e.g. *“eles recebem bem a LM na medida em que percebem mais facilmente”*), assustava-se com o seu uso porque estas implicavam discussões e barulhos (e.g. *“quando utilizo LM começa a haver muito barulho”, “eles percebem, depois querem verificar se é assim e começam a falar ao mesmo tempo. Não dá para controlar. Eu tenho de travar”*).

- Problemas

Parece, pelas respostas dadas, uma professora cheia de boas intenções, subjugada pelas dificuldades encontradas no quotidiano, nomeadamente o tamanho das turmas (e.g. *“é tudo muito bonito mas as turmas deviam ser mais pequenas”*), a falta de recursos e a falta de trabalho em equipa com outros professores (e.g. *“no ano do estágio utilizei LM (...) com ajuda de colegas. Este ano sou eu sozinha”*), além de ter problemas e dificuldades com o controlo disciplinar dos alunos em sala de aula. Sentia-se frustrada com as expectativas construídas na formação inicial e com a realidade da profissão (e.g. *“Quando chegamos à situação real é tudo tão diferente”*).

- Influência dos Manuais Escolares na Escolha das Metáforas e/ou Analogias Utilizadas na Prática Lectiva

Esta professora não recorria aos manuais escolares que apenas serviram para, numa primeira fase da sua prática lectiva, extrair esquemas (e.g. *“agora tenho que utilizar outras técnicas”*).

- Impacto da Formação Inicial na Prática Lectiva

O impacto da formação inicial na cadeira de Didáctica, parece ter sido relevante para esta professora (e.g. *“foi na Didáctica que me apercebi dos problemas da prática lectiva”*). No ano de estágio executou tarefas que não utilizava no seu quotidiano como professora (e.g. *“muitas coisas que nós aprendemos acabam por se perder”*), sendo a orientadora do estágio uma pessoa que não a marcou na sua prática.

Tentava aplicar um pouco o que aprendeu na formação inicial, sobretudo relativamente à diferenciação entre os modelos e a realidade (e.g. *“na Didáctica a exploração das limitações e potencialidades da LM eram trabalhadas em relação aos modelos”*). Sentia-se consciente das limitações da utilização da LM em sala de aula devido à formação inicial que teve (e.g. *“acho que se não tivesse tido formação inicial em LM não estava consciente dos problemas da utilização da LM”*).

1.2.2- Leitura comparativa dos resultados das entrevistas a professores com Formação Inicial em LM

- Impacto da Formação Inicial na Prática Lectiva

Pelas respostas recolhidas nestas duas entrevistas, confirma-se a hipótese que a formação inicial (disciplina de Didáctica e estágio pedagógico) têm impacto na prática lectiva dos professores de Ciências. Embora não se tenham utilizado

instrumentos metodológicos que possam fornecer dados para a medição do grau desse impacto, pode-se afirmar que realmente há uma influência da formação inicial na actuação destas professoras, traduzida, essencialmente, pela consciencialização dos problemas e potencialidades da utilização da LM em contexto de sala de aula.

- Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

As duas professoras entrevistadas utilizavam e pensavam continuar a utilizar a LM nas suas aulas, estando conscientes da importância dessa utilização. Na forma oral as professoras utilizavam a LM de uma forma espontânea, de acordo com a sua própria experiência de vida. Contudo, em material escrito, escolhiam e planeavam cuidadosamente a metáfora e a analogia que utilizavam, assim como testavam previamente esses materiais escritos.

No entanto, parece que o quotidiano das escolas é tão estrangulador das iniciativas pessoais que até mesmo estas professoras, no seu campo de liberdade e poder que é a sala de aula, sentiam dificuldades em introduzir a exploração didáctica da metáfora e da analogia na sua forma oral. O medo de perder o controlo da sala de aula, o número de alunos por turma, a falta de recursos - como, por exemplo, o acesso ao retroprojector e o recurso ao diálogo, que é uma prática corrente, mas que não se pode verificar como era efectuado por não se ter assistido a aulas, parecem ter um grande peso na actuação destas jovens professoras.

- Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva

Estas professoras, referiram que utilizavam a LM como uma forma avaliativa do conhecimento adquirido pelos alunos, de motivação para tornar as aulas mais interessantes ou ainda para relacionar os conceitos com o quotidiano e a vida real. Esta utilização era, sem sombra de dúvida, mais voltada para a



compreensão e aquisição de conceitos, quer para os conceitos abstractos, os concretos com dificuldade de serem visualizados, os simples ou os complexos. Era, pois, como factor cognitivo da aprendizagem e auxiliar de ensino que a LM era mais utilizada.

- Trabalho Realizado e Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia

Verifica-se que o trabalho realizado na sala de aula, usando a LM, estava centrado nas professoras que utilizavam o diálogo como forma privilegiada de explorar a LM. Contudo, esta não era abordada de uma forma interactiva, embora os alunos sejam, por vezes, questionados e motivados para usarem a LM, uma prática encarada pelos entrevistados numa perspectiva de avaliação.

- Atitude dos Alunos

As professoras consideravam que os alunos reagiam bem à utilização da LM, pelo que esta era considerada um instrumento de ensino com grande valor pedagógico. Este facto, pode ser devido à percepção dos aspectos de inovação de actividades que são apelativas da imaginação. No entanto, nenhuma destas professoras referiu a intenção de aprofundamento do tema, quer a nível teórico, quer a nível da reflexão da prática. Uma professora tinha esperança que “vão *melhorando*” com a prática.

- Influência dos Manuais Escolares na Escolha das Metáforas e/ou Analogias Utilizadas na Prática Lectiva

Parece poder concluir-se que estas professoras não eram influenciadas pelas metáforas e/ou analogias existentes nos manuais escolares, recorrendo à sua experiência pessoal para gerar as suas próprias metáforas e analogias.

Em síntese:

Se analisarmos os resultados em relação à linguagem metafórica na actuação, em sala de aula, dos professores *sem* formação inicial em LM, pode-se afirmar, através das respostas dadas, que os entrevistados utilizavam frequentemente a LM de uma forma espontânea, não estando, por vezes, conscientes que a estavam a utilizar. Prova-o o facto de confundirem metáfora e analogia com exemplos, simulações, anedotas ou outras formas de linguagem figurativa.

Quer para os professores *com* formação inicial em LM, quer para os que a não tinham, verifica-se que a utilizavam, predominantemente, para explicação de conceitos, principalmente, aqueles que são de difícil compreensão para os alunos, quer pelo seu grau de abstracção, quer pela sua não percepção directa através dos sentidos. Um e outro grupo de professores consideravam que a LM é um instrumento didáctico útil para ajudar a compreensão desses conceitos pela ligação ao quotidiano dos alunos. Subsidiariamente, verifica-se que utilizavam a LM para desanuviamento do clima de sala de aula, para manter a disciplina e para avaliar. Conforme estas funções da LM, utilizavam-na em diferentes fases da sua prática lectiva mas, mais frequentemente, na apresentação de conceitos novos. Os professores *sem* formação inicial em LM não parecem conhecer formas de a explorarem didacticamente e quando o faziam recorriam apenas à sua intuição. Os professores *com* formação revelaram especial atenção em limitar a metáfora e a analogia, tentando que os alunos não as confundissem com a realidade.

No discurso oral todos os professores afirmaram utilizar a LM de uma forma espontânea. Nos casos estudados, só os professores *com* formação inicial mostraram utilizar a LM de uma forma escrita e, neste caso, de uma forma

programada, escolhendo a mais adequada, explorando o significado dos atributos/relações, partilhados entre o alvo e a fonte comprovando, mais uma vez, a ideia que “verba volent, scripta manent”. Na forma escrita, estes professores utilizavam a metáfora e/ou a analogia, essencialmente, como organizador prévio.

Se analisarmos os resultados em relação à LM e ao aluno, na aprendizagem da Ciência, verificamos que, na perspectiva dos dois grupos de professores, estes pensavam que, embora a utilização da LM ajudasse os alunos na compreensão dos conceitos científicos, estes, principalmente os mais novos revelam dificuldade em distinguir uma metáfora ou uma analogia da realidade. Quando solicitados a gerarem as suas próprias metáforas e/ou analogias faziam-no de um modo deturpado ou memorizando para evitar errar, utilizando as mesmas palavras dos professores ou dos manuais. Os professores revelaram acreditar que os alunos mais velhos, do ensino secundário complementar, compreendiam melhor a utilização de LM, mas que os alunos de todos os níveis etários gostavam que se utilizasse a LM.

Nos professores *sem* formação inicial em LM a exploração didáctica, quando era realizada não o era, aparentemente, de uma forma interactiva. Havia, contudo, professores que promoviam o aparecimento das metáforas próprias dos alunos como “feed-back” da aprendizagem.

Os professores não invocaram a influência dos manuais escolares nas metáforas e/ou nas analogias utilizadas por eles ou pelos alunos, mas davam grande ênfase à influência dos “*mass media*”, principalmente, às telenovelas, como fonte geradora da LM.

Ao analisarmos a LM no ensino das ciências, verificou-se que nos dois grupos de professores entrevistados, estes apontavam mais as dificuldades que esta suscitava que as suas potencialidades. Essas dificuldades apareciam, geralmente, ligadas ao poder de concretização da metáfora e da analogia que, por ser tão estimulante para os alunos, fica na sua memória, sendo os conceitos científicos, para os quais foi utilizada, esquecidos. Vale a pena recordar que um professor entrevistado definiu o que entendia por uma boa metáfora e um outro conseguiu identificar fases de um modelo de ensino assistido por metáforas e analogias, sem qualquer tipo de formação anterior.

Foram ainda detectadas diferenças entre os professores *com* e *sem* formação inicial em LM, nomeadamente no que diz respeito às formas de exploração em sala de aula e às preocupações com o controlo dos problemas que a utilização acrítica da LM pode suscitar. As aulas de Didáctica na formação inicial de professores e a orientação dos estágios profissionais nas escolas, parece, pois, ter impacto na actuação dos professores em sala de aula, relativamente à LM.

Em qualquer dos casos analisados, parece poder concluir-se que os dois grupos de professores (*sem* e *com* formação inicial em LM) utilizavam, predominantemente, a LM como instrumento de ensino, não a trabalhando como um instrumento heurístico que promovesse a organização e o desenvolvimento cognitivo dos alunos e a aprendizagem em Ciência.

Da análise e discussão deste conjunto de resultados, tornou-se pertinente saber qual a formação dos professores de ciências nas universidades portuguesas. Esta questão conduziu à necessidade de construir e administrar um questionário a todos os professores universitários que leccionavam a cadeira de

Didáctica/Metodologia das ciências e a proceder a entrevistas complementares, cujos resultados a seguir se apresentam.

## 2. A METÁFORA, A ANALOGIA E A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

O impacto educacional dos resultados das investigações sobre a aplicação da metáfora e/ou da analogia nas práticas dos professores, é reduzido. Este facto é demonstrativo da dificuldade generalizada de fazer a transferência entre a investigação e a realidade da sala de aula.

Neste estudo põe-se, assim, a hipótese que parte do problema reside na falta de formação inicial em LM fornecida aos futuros professores de ciências. Alguns dos professores universitários podem não estar conscientes do papel da LM, no processo de ensino-aprendizagem das ciências ou terem dificuldade em lidar com este tema, nos cursos de Didáctica de que são responsáveis, por não haver ainda modelos de ensino assistidos por metáforas e analogias convenientemente validados.

Não são conhecidos estudos analisando como os professores universitários abordam, nos cursos de que são responsáveis, o tema da LM no ensino das ciências nem dos problemas específicos que sentem. A aplicação de um questionário e a realização das entrevistas subsequentes, aos professores que têm a seu cargo a Didáctica/ Metodologia das ciências nas universidades portuguesas, pretende ser um ponto de partida de análise para a compreensão da formação inicial fornecida aos futuros professores de ciências nesta temática

### 2.1- Formação de Professores de Ciências nas Universidades Portuguesas

No tratamento dos dados obtidos pelo questionário administrado aos 28 professores que têm a seu cargo a disciplina de Didáctica/ Metodologia, na

formação inicial dos professores de ciências, nas universidades portuguesas, fez-se uma análise das frequências e das percentagens das respostas dadas às questões fechadas. Nas questões abertas fez-se a análise de conteúdo sendo identificadas as seguintes categorias para cada uma das referidas questões:

#### Razões da Não Formação em LM

Categorias identificadas:

##### *1 - Organização e gestão*

Ao definir a categoria “*organização e gestão*” estava-se a considerar respostas relativas às de organização e de gestão dos programas (opções de conteúdo), à dispersão curricular da formação secundária anterior dos alunos ou ainda relativas à gestão do tempo relacionada com os conteúdos.

##### *2 - Formação*

Ao definir a categoria “*formação*” estava-se a considerar respostas que evidenciam falta de conhecimentos específicos ou de motivação para a problemática LM/ensino das ciências, assim como problemas operacionais.

#### Razões de Trabalhar a LM

Categorias identificadas:

##### *1 - Actuação baseada nos produtos científicos*

Nesta categoria incluíram-se respostas demonstrativas se a LM era utilizada como um instrumento de ensino, utilizada no desenvolvimento dos conteúdos nas áreas da aquisição dos conceitos e dos processos científicos e ligada à construção dos modelos científicos. Abrangeram-se respostas demonstrativas da actuação do professor para obter uma melhor compreensão e concretização de

conceitos e processos científicos, a análise e diagnóstico das concepções alternativas dos alunos e a formação de modelos científicos.

### *2 - Actuação baseada no desenvolvimento de capacidades e atitudes*

Nesta categoria incluíram-se as respostas demonstrativas se a LM era utilizada como um instrumento de aprendizagem ligada ao desenvolvimento de capacidades e atitudes e à mudança conceptual. Abrangeram-se respostas sobre a motivação, o desenvolvimento de capacidades e atitudes que conduzem ao desenvolvimento da criatividade, da sociabilidade e do raciocínio analógico.

### *3 - Actuação perspectivada no futuro trabalho profissional*

Nesta categoria incluíram-se as respostas que visavam directamente o trabalho dos alunos como futuros profissionais de Educação. Pretendia-se saber se a LM era utilizada, *per se*, como um conteúdo e objectivo próprio, ou seja como um tópico explícito de formação. Abrangeram-se respostas sobre a construção de modelos de ensino/aprendizagem dos futuros professores.

## Formas de Trabalhar a LM

As respostas dadas a este item, associaram-se em duas categorias:

### *1 - A LM como conteúdo de ensino*

Nesta categoria incluíram-se as respostas directamente ligadas ao tratamento da LM, como um tópico curricular independente do seu valor como instrumento de trabalho profissional dos alunos futuros professores.

### *2 - A LM como estratégia de ensino*

Nesta categoria incluíram-se as respostas que apareciam ligadas a processos operacionais de ensino/aprendizagem das Ciências:

- Expectativas dos professores universitários sobre a utilização da LM nos outros níveis de ensino.
- Utilização ou não e em que níveis são mais frequentemente utilizados objectivos.

Além da análise realizada segundo as categorias acima referidas correspondentes aos dados obtidos através das questões abertas do questionário administrado aos professores universitários, realizou-se uma análise dos dados obtidos através das questões fechadas incluídas no mesmo questionário, o que permitiu concluir da existência, ou não, de formação inicial dos professores de ciências em LM, as diferenças de formação relativamente ao tipo de Universidades e às diferentes áreas disciplinares.

O tratamento dos dados encontra-se no Anexo C.

### Leitura dos Resultados

Para a leitura dos resultados seguiu-se a ordem das questões que constituíam o questionário administrado aos professores que têm a seu cargo a disciplina de Didáctica/Metodologia, na formação inicial dos professores de ciências, nas universidades portuguesas.

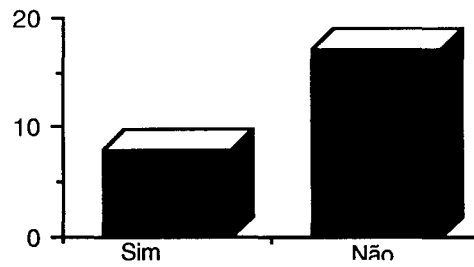
#### Formação Inicial em LM nas Universidades

Pode-se constatar que os professores de todas as Universidades portuguesas responderam ao questionário. Tem-se, pois, uma amostragem de todo o País, num determinado momento.



Gráfico 1

Número de professores universitários que fazem formação inicial em LM

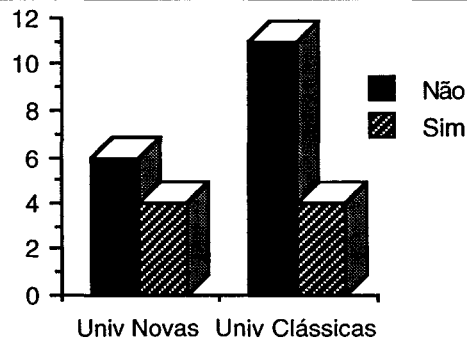


N=25

Pela análise dos dados, podemos concluir que a LM/Ensino das Ciências, na formação inicial dos professores destas áreas, é realmente uma área problemática pois que em 17 casos, correspondendo a 68% do universo dos inquiridos, este assunto se referência pela negativa.

Gráfico 2

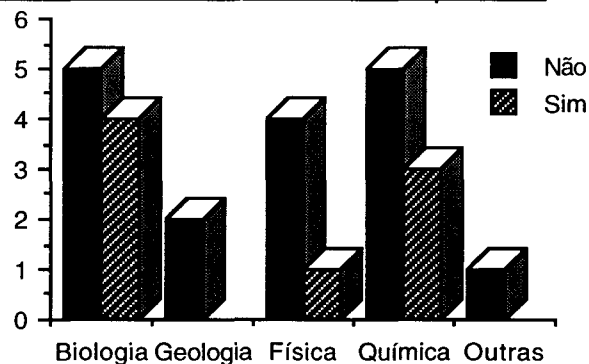
Formação inicial em LM nas universidades clássicas e novas



N=25

Quanto à formação ministrada nas Universidades Clássicas e Novas, parece haver uma pequena diferença na interpretação dos resultados numéricos, pois que apesar de 15 professores (correspondente a 60% dos professores respondentes) serem das Universidades Clássicas, a percentagem dos que abordam a problemática LM/ensino das ciências é igual (16%) em ambos os tipos de Universidades.

Gráfico 3

Formação inicial em LM nas diferentes áreas disciplinares

N=25

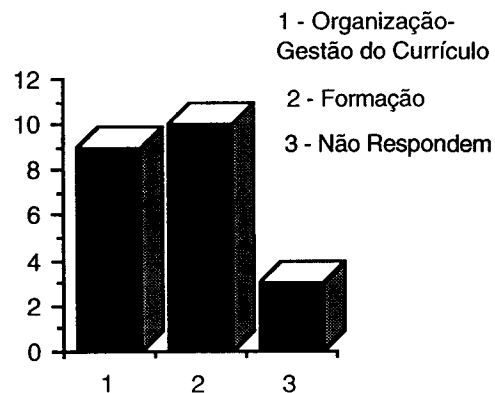
Quanto às áreas disciplinares, não se pode inferir quaisquer diferenças reais entre as disciplinas, embora Biologia e Química apareçam como as áreas disciplinares com maior número de professores a trabalharem a LM. Parece, assim, que a abordagem desta temática não está dependente do conteúdo disciplinar, mas sim da gestão e organização desse conteúdo.

A elaboração dos gráficos acima apresentados só foi possível porque os respondentes se identificaram, apesar do questionário ser anónimo. Poderia ter sido significativo ter perguntado qual a área da investigação/interesse de cada professor.

- Razões da Não Formação em LM

Por se ter constatado a inexistência de uma formação significativa na temática da LM achou-se relevante investigar as razões justificativas deste facto.

Gráfico 4

Razões da não formação em LM

N=17

Pela análise das respostas pode-se considerar que existem vários tipos da actuação, explicativas das razões que levam os professores a não trabalharem LM com os seus alunos relacionados com organização e gestão do currículo ou da sua própria formação, nomeadamente aqueles que:

- Ignoram o conteúdo: *e.g.* “Não estou desperto para o problema”. “Não conheço o conteúdo”. “O assunto pertence a outra área do conhecimento”.
- Podem não ignorar o conteúdo, mas tomam opções: *e.g.* “O assunto não é prioritário em relação a outros conteúdos.” “Os alunos provêm de vários campos do saber”.
- Sentem dificuldades operacionais: *e.g.* “Não tenho bibliografia”.

A resposta “*não faz parte dos programas*” é confusa não se percebendo bem o porquê da não inclusão da LM nos programas. Pode-se pôr algumas hipóteses explicativas do significado da afirmação:

- Não é um conteúdo estruturado e explícito no conjunto do programa; - Não é tratado com vista à aplicação, no futuro, à sala de aula; - Não foi o próprio professor, que lecciona a cadeira, que fez o programa (caso dos Assistentes).

É de referir que, numericamente, os problemas referenciados relativamente à falta de formação são ligeiramente superiores aos de organização e de gestão dos conteúdos.

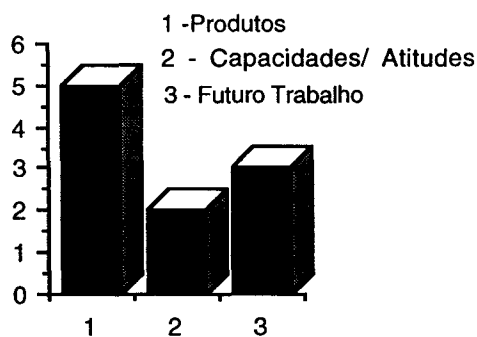
É interessante referir que de uma forma explícita um respondente afirma que pensa vir a introduzir o tema no curso futuro. É um exemplo em que um questionário de investigação teve funções formativas.

#### - Razões de Trabalhar a LM

Achou-se relevante indagar com que objectivo os professores universitários trabalhavam a LM nas suas aulas de formação inicial.

Gráfico 5

#### Razões de trabalhar a LM



N=8

Pela leitura de algumas das respostas, estas não são conclusivas em relação à 1ª categoria identificada (actuação baseada nos produtos científicos) e à 2ª categoria (actuação baseada no desenvolvimento de capacidades e atitudes)

quanto à utilização da LM. Este facto resulta de não se poder concluir se as respostas se referem à própria aprendizagem na disciplina de Didáctica ou à formação para a actividade profissional futura. As respostas foram, no entanto, consideradas como formação para a actividade profissional futura, no processo de ensino/aprendizagem dos alunos do ensino não superior, em virtude de na introdução do questionário ser bem explícito o âmbito das questões.

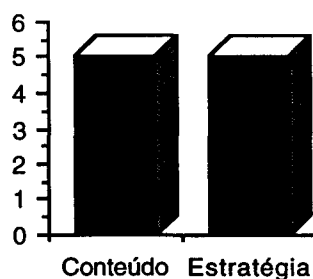
Em relação aos resultados é de notar a alta percentagem (62,5%) das respostas que considerem a LM como instrumento de ensino e a baixa percentagem (25,0%) das respostas que indiciam o número de professores universitários que trabalham com a problemática da LM nas aulas, o número dos que a consideram como um instrumento de aprendizagem para desenvolvimento de capacidades e atitudes ou que a consideram como um tópico curricular visando o futuro trabalho profissional dos professores (37,5%). Estes resultados evidenciam a pertinência da investigação sobre esta questão. Por estes resultados confirma-se ser significativa a abordagem desta questão dum modo investigativo.

#### - Formas de Trabalhar a LM

Achou-se, também, relevante indagar *como é que* os professores universitários trabalhavam a LM nas suas aulas de formação inicial.

Gráfico 6

#### Formas de trabalhar a LM



N=8

Dos resultados obtidos verificou-se que a LM era igualmente considerada como conteúdo e como estratégia de ensino. Devido aos resultados obtidos serem numericamente iguais, estes não são significativos para a compreensão de como é considerada a LM, se como conteúdo ou estratégia de ensino. No entanto, como houve um esforço de concretização prática no conjunto das respostas a este item, pode-se obviar este problema pela listagem da variedade de formas como é tratada a LM.

Na categoria - (*LM como conteúdo de ensino*) - apareceram as seguintes respostas demonstrativas da utilização da metáfora e/ou da analogia:

- Apresentação e identificação de modelos analógicos; avaliação; modos de apresentação e exploração didáctica; análise do grau de pertinência e de elaboração; limitação; tempos de utilização.

Na categoria - (*LM como estratégia de ensino*) - apareceram as seguintes respostas de utilização da metáfora e/ou da analogia:

- analogias entre os conceitos dos alunos e os de História de Ciência; alterações nas concepções científicas e ideias alternativas; articulação com outros conteúdos do saber; pedidos de exemplos; exemplificação de conceitos; construção de materiais para transmissão de conhecimentos; utilização dos exemplos dos manuais escolares; funcionamento como organizador prévio; teste de linhas estratégicas para atingir objectivos adequados aos alunos; utilização de modelos científicos.

### Razões e Formas de Trabalhar LM

Comparando as respostas organizadas nas categorias consideradas nos itens do questionário 3.1 "*razões de trabalhar a LM*" e 3.2 "*formas de trabalhar a LM*",

encontrou-se a seguinte relação. Em 5 casos num total de 8, quem trabalha numa perspectiva do trabalho profissional futuro, (construção de modelos de actuação), trata a LM como um conteúdo *per se*. Nos casos em que os professores trabalham numa perspectiva de produtos científicos ou de desenvolvimento de capacidades/attitudes tratam a LM como uma estratégia de ensino.

Esta relação é lógica. Aqueles que valorizam a LM como um conteúdo com objectivos próprios quererão ver as implicações da formação recebida na sala de aula. Valorizar tal conteúdo implica, pois, um maior conhecimento da problemática da LM e da influência desta com as práticas.

Não se considerou o caso de dois respondentes por não serem bem explícitas as respostas e portanto estas não poderem ser conclusivas.

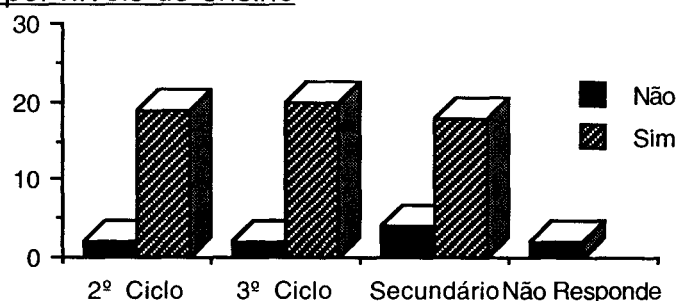
#### Utilização da LM por Níveis de Ensino

Como formadores de professores de ciências do ensino não superior é importante conhecer as expectativas dos professores universitários sobre a utilização da LM naqueles níveis de ensino.

Esta questão está associada aos alunos, futuros professores, que cada professor, institucionalmente, tem. Como na Universidade os alunos que irão leccionar o 2º ciclo ensino básico são em menor número do que os outros graus de ensino, é normal que este grau de ensino seja o menos privilegiado.

Gráfico 7

Utilização da LM por níveis de ensino

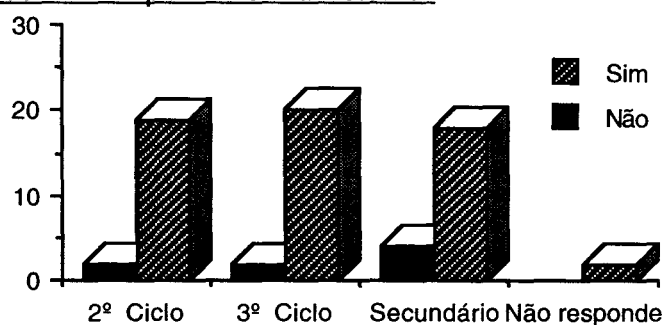


N=25

É de notar o grande número de não respondentes, o que indicia que os professores não privilegiam nenhum ciclo ou ainda que não tratam este assunto. De qualquer modo é uma questão não conclusiva e irrelevante no conjunto do questionário.

Gráfico 8

Expectativas do uso da LM por níveis de ensino



N=25

É de realçar o elevado número de respostas positivas, dadas pelos professores universitários, à pergunta de utilização de LM pelos professores de ciências em situação de sala de aula. É um facto que apesar de os professores de Didáctica/Methodologia estarem de acordo que a LM é utilizada pelos professores em sala de aula, em todos os níveis de ensino, não fazem referência à



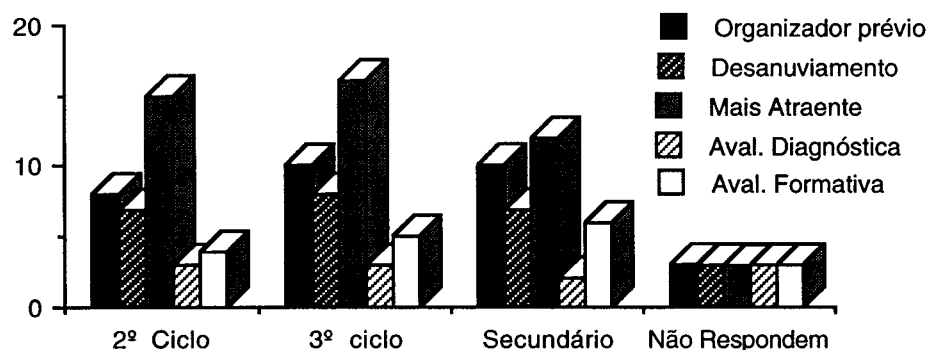
problemática da LM nos cursos de formação inicial, conforme já se tinha verificado na análise das respostas às questões anteriores.

É ainda de notar, embora não se considere relevante, que é relativamente ao ensino secundário que existe um maior número de respostas indiciadoras que a LM não é utilizada. Este facto deve-se talvez a que os professores tenham dúvidas da utilização da LM (pouco científica) em níveis etários mais elevados e com maiores exigências científicas.

De qualquer modo não são conclusivas as diferenças entre os vários níveis de ensino.

Gráfico 9

Expectativas sobre os objectivos do uso da LM



N=25

Não há dúvida que os resultados apontam para que o papel principal de LM, em todos os níveis de ensino, na opinião dos professores universitários, é tornar a informação mais atraente e motivante. Se tivermos em consideração que nas outras respostas aparece também referenciado que as funções da LM são, tornar mais simples e compreensível a informação, tornar mais significativa a aprendizagem e facilitar as relações humanas, pode concluir-se que o aspecto afectivo é valorizado em relação ao aspecto cognitivo (organizador prévio,

muletas facilitadoras de aprendizagem) ou didáctico (avaliação, interacção didáctica). A utilização da LM como um instrumento de avaliação e de diagnóstico das ideias prévias dos alunos é quase irrelevante. No entanto, este aspecto afectivo aparece valorizado em ligação ao processamento de informação e não exclusivamente ao clima de desanuviamiento, ao melhoramento das relações humanas ou da comunicação.

#### Utilização de LM e Expectativas do Uso da LM por Níveis de Ensino

Ao cruzar estes dois itens, aparece como resultado significativo que os professores universitários, que não trabalham com os seus alunos a LM/Ensino das Ciências, acham que a LM é utilizada em situação de aula em todos os níveis de ensino. Aparece um maior número de não respondentes relativamente ao nível secundário e ao 2º ciclo do ensino básico. Quanto à não pertinência de uso da metáfora e da analogia nos níveis etários mais baixos e mais altos poderá ser devido, respectivamente, à LM ser considerada menos compreensível para os alunos mais novos e ser infantilizante para os alunos mais velhos. Como resultado esperado, os professores que trabalham a LM acham que esta é utilizada na sala de aula em todos os níveis de ensino.

#### Razões da Não Utilização da LM. Expectativas do Uso por Níveis de Ensino e Respectivos Objectivos de Utilização

É considerado significativo a grande percentagem de respostas do que foi designado por “não respondentes”, ou seja, os professores que não tratam a LM nos cursos de que são responsáveis mas que afirmam que a LM é utilizada em todos os níveis de ensino, com diversas funções e não identificam quais as razões que impedem a introdução desta problemática naqueles cursos. Pode-se pôr a hipótese que para estes professores a problemática da LM não constitui,

ainda, um conceito familiar ou ponto de reflexão e correspondente organização das suas práticas.

É também de realçar que relativamente à avaliação, quer de diagnóstico quer formativa, os professores pensam que os problemas da não utilização da LM nos seus cursos estão ligados a problemas de gestão e não de formação. Neste caso, talvez tenha importância o tema ser “avaliação” que é comum ser abordado em Didáctica.

Em síntese:

Apesar deste tipo de linguagem (LM) ser utilizado, frequentemente, pelo professores desde o ensino pré-escolar até ao ensino superior, a formação inicial de professores não tem, ainda, dado relevância a esta temática. O estudo mostrou que só 32% dos professores universitários que tinham a seu cargo a disciplina de Metodologia/Didáctica das Ciências (Biologia, Geologia, Física e Química) abordavam esta problemática, nos cursos de formação inicial dos futuros professores. No entanto, apesar de não explorarem esta temática, pensam que a LM é utilizada em todos os níveis de ensino, de acordo com os resultados do questionário administrado àqueles professores incluídos neste estudo. Os professores que exploram a LM, nos cursos de que são responsáveis, valorizam a exploração da analogia e da metáfora como instrumentos de ensino e não como instrumento de aprendizagem, nem como formação para o futuro trabalho dos alunos como professores. Mais especificamente, parece que não organizam os seus cursos de modo a que os alunos - futuros professores fiquem conscientes das potencialidades heurísticas da LM.

## 2.2- Formação de Professores na Disciplina de Didáctica

Sabendo que tradicionalmente o ensino/aprendizagem das ciências está saturado de metáforas e de analogias (fotossíntese e central eléctrica; aparelho circulatório e rede rodoviária, etc); que para o professor e, essencialmente, para o professor de ciências, o problema a resolver é de como explorar a linguagem metafórica de modo a promover a aprendizagem nos alunos; partindo do pressuposto que os conteúdos trabalhados nas aulas de formação inicial têm impacto positivo na prática pedagógica dos futuros professores, houve necessidade da execução de entrevistas subsequentes à administração do questionário, para encontrar resposta à seguinte questão: - Nos casos em que a LM é trabalhada na formação inicial de professores de ciências, como se faria concretamente o seu estudo? Entrevistaram-se, então, dois professores universitários que tinham afirmado nos questionários que trabalhavam a LM nas suas aulas. As entrevistas constituíram um complemento ao questionário administrado previamente e esclareceram os pontos menos explícitos das respostas dadas. Escolheram-se estes professores com base nas respectivas respostas dadas ao questionário que pareciam traduzir práticas de formação de professores em LM com características inovadoras e fundamentadas teoricamente.

Assim, para a análise de conteúdo dos discursos produzidos nas entrevistas por estes dois professores universitários, definiram-se duas grandes categorias, divididas em subcategorias:

## 1 - *Enquadramento da formação*

1.1. *Motivações pessoais.* Nesta subcategoria incluíram-se a definição dos interesses em relação à LM, as experiências anteriores, a formação adquirida e a forma de a ter adquirido.

2. *Gestão do currículo de formação.* Nesta grande categoria pretendia-se: conhecer realmente “o que é que” os professores faziam na sua cadeira de Didáctica e as razões porque a incluíam no currículo da sua cadeira, que ficou incluída na subcategoria “*trabalho realizado*”. O “como é que” se realizava esse trabalho com os alunos (futuros professores), integrou-se na subcategoria “*modo de realização do trabalho*”. Na subcategoria “*função da LM*” pretendeu-se averiguar “para que é que” os professores utilizavam a LM. Sendo os professores entrevistados, formadores de professores de ciências para o 3º ciclo do ensino básico e para o ensino secundário achou-se relevante saber qual a “*percepção de utilização de LM*” nestes níveis de ensino assim como qual seria a percepção quanto à futura actuação dos alunos de formação inicial quando fossem professores. Por fim, na subcategoria definida “*avaliação*” pretendia-se que os professores avaliassem a sua actividade relativamente a este tema.

### Leitura dos Resultados (Professor nº1)

#### Enquadramento da Formação

A formação prévia do professor respondente à entrevista nº1, tem por base uma formação informal centrada nos interesses e motivações pessoais, não tendo sido essa formação enquadrada por uma organização formal de aquisição de conhecimentos. A auto-formação fez-se por participação em seminários (e.g. “*eu tinha vindo de Genebra e tinha estado à volta deste assunto num seminário*”).

*anua*”), leituras sobre descobertas científicas (História da Ciência), leituras de índole didáctica (modelos de aprendizagem), experiências profissionais anteriores (tempo de leccionação como professor estagiário), confronto de ideias com colegas (e.g. *“trabalhava com um professor que recorria muito a analogias”*) e observação do que se passava no ensino não superior. Este professor possuía um conhecimento teórico da problemática da LM.

### Motivações Pessoais

A motivação pessoal provém do interesse pelos mecanismos de construção do saber, pela Filosofia e Epistemologia da Ciência (e.g. *“a minha formação começou com uma questão epistemológica que estava relacionada com os mecanismos de construção do saber”*) e Psicologia do pensamento criador (e.g. *“há algo que ajuda o momento de criação que é a busca de imagens e metáforas”*).

O professor encontrava-se em situação excepcional de execução do estudo empírico do seu próprio trabalho de investigação, para obtenção de grau académico. Este facto influenciou o seu trabalho lectivo normal do professor. As metáforas e as analogias não constituíam o seu campo de investigação, mas eram um aspecto considerado relevante e auxiliar do seu estudo (e.g. *“as metáforas formam uma franja, fazem parte de um eixo maior dos projectos”*). Pensava perspectivar mudança de actuação nos anos subsequentes, mais adequada à realidade.

O interesse pelo tema deste responsável da cadeira era óbvio, manifestando-o pela participação em reuniões científicas internacionais, pelo seu trabalho de investigação, pela sua prática como responsável pela cadeira de Didáctica e pela explicitação dos projectos futuros de aprofundamento do tema sobre o

pensamento por analogia em crianças (e.g. *“este ano estou a aprofundar o pensamento por analogia nas crianças. Estou a fazer um levantamento do que Piaget escreveu”*).

### Gestão do Currículo de Formação

#### Trabalho Realizado

Todo o trabalho da cadeira Metodologia/Didáctica da Biologia era realizado em regime tutorial com os 70 alunos inscritos, segundo uma metodologia de projecto (e.g. *“a exploração (da LM) era com cada pessoa e não com a plateia dos 70 alunos”*), onde se combinava um tema pedagógico com um tema científico. Não havia aulas tradicionais da responsabilidade deste professor (e.g. *“aulas propriamente não havia porque eram todas de interacção tutorial”*).

Devido a este trabalho de projecto ser complementado com aulas sobre Filosofia da Ciência e de computadores no ensino da Biologia, não se pode concluir qual o tempo despendido com o estudo da problemática de LM, em relação ao tempo total do currículo da cadeira.

#### Modo de Realização do Trabalho

A LM aparece não como um conteúdo com estatuto próprio, mas como um auxiliar ao estudo de outros conteúdos como, por exemplo, o comportamento de resolução de problemas dos alunos nas escolas secundárias (e.g. *“os meus alunos de formação inicial tomam consciência da função da metáfora observando o comportamento dos seus alunos na resolução de problemas com base numa temática de Biologia”*). Assim, a LM aparece na sua forma oral porque é utilizada espontaneamente pelos alunos do ensino não superior. Este facto vai desencadear todo um processo de aprofundamento da temática que já

tinha por base uma análise de LM na sua forma escrita, nomeadamente a análise dos manuais escolares (e.g. *“pedia-lhes (aos alunos) que fossem consultar manuais de ensino e tentassem identificar e inventariar diferentes modelos e metáforas”*), os “mass-media” (e.g. *“as analogias que utilizavam são influenciadas pelos mass-media”*) e do estudo de textos sobre as analogias utilizados pelos cientistas e filósofos (e.g. *“propus-lhes (aos alunos) que fizessem o levantamento de modelos e analogias produzidas por historiadores e filósofos”*) no respectivo processo de produção de conhecimento (e.g. *“trabalhos de História da Ciência através de modelos que os cientistas foram construindo”*).

#### Função da LM

Como instrumento de aprendizagem dos alunos do ensino não superior é focado o papel da LM como organizador prévio, de diagnóstico e análise das concepções dos alunos e na ajuda a aprender a pensar dada pelo professor (e.g. *“vão ver como é que ajudaram os alunos a pensar”*). A LM não é explorada didacticamente, *per se*, com as suas potencialidades e limitações mas sim como um processo metodológico, incluindo-se num modelo didáctico de aprendizagem desenvolvido por Giordan (1994) - modelo alostérico.

A LM como instrumento de formação de professores, é incluída na própria metodologia da cadeira de Didáctica. É um processo de diagnóstico e de acompanhamento da evolução das concepções e de avaliação dos alunos - futuros professores (e.g. *“era uma maneira de diagnosticar. É um instrumento cognitivo para no fim (os alunos) avaliarem e apresentarem o produto da sua investigação”*). Os alunos no seu processo de aprendizagem, em Didáctica, são compelidos a analisarem os seus próprios modelos de ensino e a respectiva evolução, através das metáforas e das analogias que vão construindo ao longo do ano.



Vão, assim, de uma forma directa, pelo carácter pessoal de que se reveste, aprendendo as potencialidades e dificuldades de utilização de LM e de uma forma indirecta a fazer a transferência para a sua futura actuação como professores, já que, como foi referido, a LM não é trabalhada como um conteúdo de formação *per se*. A LM torna-se, assim, um factor importante como instrumento de auto formação e de investigação.

#### Percepção de Utilização da LM

O facto dos alunos, futuros professores, serem compelidos a trabalhar a LM como uma actividade de aprendizagem com alunos do ensino não superior é demonstrativo que há uma consciencialização por parte do professor Universitário da utilização da LM nestes níveis de ensino (e.g. *“vão observar alunos do ensino secundário, preparatório, jardins de infância e escolas primárias.”*) e que a LM é importante na actividade profissional do futuro professor de Ciências (e.g. *“para eles, futuros professores, pode ser um instrumento para ajudarem os seus alunos”*). Como a LM é analisada como um instrumento de ajuda a pensar dos alunos do ensino não superior, a LM torna-se assim como um instrumento didáctico de ajuda ao crescimento cognitivo desses alunos.

#### Avaliação

A LM não era o foco da actividade de formação na disciplina de Didáctica da responsabilidade deste professor. Infere-se das suas respostas a existência de um modelo de formação de professores assistido por metáforas e/ou por analogias, que embora pareça não estar ainda bem teorizado, passa pelas seguintes fases:

- (i) análise de metáforas e/ou analogias usadas por cientistas e filósofos da Ciência na produção do saber; (ii) análise de metáforas e/ou de analogias usadas nos manuais escolares e nos “*mass media*”; (iii) construção de metáforas e/ou de analogias pelos futuros professores, relacionadas com os respectivos conteúdos dos trabalhos do projecto; (iv) observação das metáforas e/ou analogias usadas pelos alunos do secundário; (v) utilização em situações de aula de metáforas e/ou analogias, como organizador prévio e como instrumento de ajuda a pensar aos alunos; (vi) acompanhamento e avaliação das mudanças dessas metáforas e/ou analogias ao longo do tempo em que ocorre o trabalho do projecto.

Através deste modelo os alunos/futuros professores de ciências aprendem a problemática da LM como instrumento de ensino e de aprendizagem envolvendo estratégias de exploração didáctica (embora incipientes e não sistematizados) e mecanismos de auto-formação e de investigação.

#### Leitura dos Resultados (Professor nº2)

##### Enquadramento da formação

##### Motivações Pessoais

No caso deste professor, respondente à entrevista, não houve nenhum tipo de formação formal ou informal em LM, sendo a motivação para a integrar no currículo da sua cadeira de Didáctica da Biologia e Geologia, a reflexão sobre os resultados obtidos na sua experiência anterior como professor do ensino secundário (e.g. “*nunca estudei, é um saber empírico baseado no resultado que deu comigo como professor do ensino secundário porque é uma maneira fácil de chegar aos alunos e de conseguir resultados. Não li nada sobre isto, nunca teorizei*”).

### Gestão do currículo de formação

#### Trabalho Realizado

Assim, e talvez devido ao conhecimento do professor sobre LM ser meramente empírico, a LM não é explorada *per se*, não sendo tratada como um conteúdo programático (e.g. *“a LM não é pensada com um fim específico”*). O enquadramento teórico ou a exploração didáctica das limitações e potencialidades não é trabalhada, não sendo distribuído qualquer tipo de documentação ou material. A LM, portanto, não é trabalhada como um instrumento didáctico para a aprendizagem dos alunos como futuros professores, considerando os alunos do ensino não superior com quem estes trabalham. É trabalhada, essencialmente, como um instrumento de ensino na aquisição dos conceitos da disciplina de Didáctica.

#### Modo de Realização do Trabalho

A LM aparece como um elemento complementar ao estudo e aprendizagem de modelos em Ciência, nomeadamente, modelos analógicos e icónicos, integrada em pequenos projectos de investigação realizados pelos alunos, sobretudo sobre aprendizagem de temas/conceitos em Geologia. Nestes projectos, a LM aparece ligada ao movimento das concepções alternativas, funcionando como organizador prévio (e.g. *“um capítulo da Didáctica são os pré-conceitos e estudos sobre “misconceptions”. Não há premeditações, a LM surge e não é programada. Utilizo-a como organizador prévio”*) e como um elemento didáctico de ajuda à explicação de conceitos em Ciência (e.g. *“todos os anos tento cativar um grupo de alunos. A partir daí, a história dos pré-conceitos origina as metáforas”*).

É dedicado pouco tempo curricular à LM (e.g. *“não despendemos muito tempo. Há outras coisas que são tão importantes!”*) que, no entanto, não pode ser contabilizado em relação ao tempo total do currículo da cadeira, por fazer parte também de projectos realizados em tempo extra-aulas (e.g. *“os miúdos gostam e já se estão a ver a dar aulas. Entusiasmam-se e dedicam muito tempo extra”*). É de notar que, na Universidade onde este professor lecciona, as Didácticas de Biologia e Geologia estão integradas, constituindo uma mesma cadeira, assim como acontece nas Didácticas de Física e Química, e que os professores responsáveis trabalham do mesmo modo nas duas cadeiras de Didáctica existentes.

#### Função da LM

Na opinião deste professor, a LM como instrumento de ensino é relevante para a compreensão dos conceitos (e.g. *“dou-lhes exemplos práticos para exemplificação de conceitos.”*). É interessante que quando é pedido para definir o papel da LM, quando utilizada pelos estagiários no seu futuro trabalho de professores, então, a maior importância cabe à comunicação e à maneira de resolver as respectivas dificuldades e não ligada à aprendizagem de conceitos.

#### Percepção da Utilização da LM

Há a consciência de que a metáfora e a analogia são utilizadas em todos os graus de ensino não superior. Esta constatação provém, por um lado, pela observação do interesse dos alunos do 4º ano de formação inicial que já se vêem próximos do ano em que terão que iniciar a sua prática pedagógica e, por outro lado, pela experiência de acompanhamento dos estágios.

### Avaliação

O professor refere ainda que acha que os seus alunos/futuros professores, embora possam fazer algumas transferências para a prática, não estão preparados para fazer a exploração didáctica da LM. Talvez por esta razão, está consciente que precisa de trabalhar esta temática, tendo a ideia de continuar a abordar este assunto (e.g. *“gostava no futuro de continuar a abordar o tema”*) mesmo tendo em conta o contexto que a formação em Didáctica exige, onde seria necessário abordar inúmeros conteúdos para uma formação profissional adequada dos professores de ciências.

Em síntese:

Das entrevistas feitas aos professores universitários que declararam no questionário, previamente respondido, que trabalhavam a LM nas suas aulas de formação Inicial, com os respectivos alunos (futuros professores de Ciências), pode-se concluir que esse trabalho era um complemento ou um auxiliar de temas/conteúdos que faziam parte da metodologia seguida pelos professores nas disciplinas de que eram responsáveis. Não havia tempo próprio disponível para dedicar a esta temática como um conteúdo didáctico.

Demonstrando ambos os professores uma motivação para este assunto proveniente da sua experiência como professores, quer de ensino secundário, quer dos primeiros anos de actividade no ensino superior e, embora, o aprofundamento teórico tenha sido de nível diferente, ambos estão conscientes da importância da LM como factor cognitivo na aprendizagem ligado, principalmente, à aquisição de conceitos e ao movimento das concepções alternativas, na identificação de pré-conceitos e com funções de organizador

prévio. Só secundariamente é referido o papel de diagnóstico, da função cognitiva de ajudar a pensar e o de facilitador da comunicação.

Estando ambos os professores motivados para a temática da LM, abordando-a nas suas disciplinas e conscientes da sua utilização em todos os graus de ensino, por professores e alunos, futuros professores, não lhe dão prioridade em relação a outros conteúdos didácticos, não trabalhando com os alunos as formas de exploração didáctica da metáfora e/ou da analogia. Considera-se que nestes casos há uma atitude de chamada de atenção, de consciencialização para o problema da LM em sala de aula, mas não há uma significativa formação didáctica inicial dos futuros professores de ciências.

### 3- A METÁFORA, A ANALOGIA E OS MANUAIS ESCOLARES

Ao analisar os manuais escolares mais divulgados (vendidos) no mercado, no ano anterior em que esta análise foi realizada, não se pretendeu fazer um trabalho exaustivo. O objectivo, desta primeira fase da análise dos manuais escolares, foi fazer um breve levantamento, somente a título exemplificativo, das metáforas e/ou das analogias que os manuais escolares utilizavam, de modo a caracterizar e compreender se e como é que a LM era utilizada naqueles manuais. Escolheu-se a unidade didáctica “a célula” constante dos manuais do 6º e 11º anos de escolaridade. Foi escolhida esta unidade didáctica por incluir um conceito, tradicionalmente, de difícil aprendizagem pelos alunos, devido às características microscópicas da célula e por não estar ainda decidido qual o conteúdo programático em que seria baseado a investigação empírica deste estudo quando se realizou a análise. Esta unidade foi analisada em dois anos terminais de escolaridade (6º e 11º anos).

Uma segunda fase da análise dos manuais escolares esteve relacionada com a análise dos manuais adoptados na Escola, onde o estudo empírico da 3ª fase foi realizado. Foi analisada a unidade didáctica “átomo”, no 8º e 9º anos de escolaridade. Este trabalho de análise teve por objectivo a identificação das metáforas e/ou das analogias, utilizadas nos respectivos manuais escolares, para ajudar a uma melhor e mais fácil compreensão do nível de familiaridade dos alunos com essas metáforas e analogias em situação posterior de sala de aula.

### Categorização

Definiram-se categorias de análise de conteúdo dos manuais escolares e respectivas subdivisões, numa perspectiva de compreensibilidade e utilidade didáctica. Para a definição das categorias não se utilizou nenhum modelo apresentado na literatura, como por exemplo, o de Radford (1989), o de Glynn e al. (1987) ou o de Curtis e Reigeluth (1984), já descritos anteriormente (cf. II Parte, Cap. IV) deste estudo. As categorias definidas resultaram da síntese de ideias e conceitos apresentados na literatura, da observação de aulas e dos resultados obtidos em entrevistas com professores, no âmbito da investigação previamente realizada em que este trabalho se insere. Assim, ao determinar as categorias apresentadas, pensa-se que se encontrou um quadro referencial simples, completo e adequado, numa perspectiva de compreensibilidade de utilização da LM nos manuais escolares. Definiram-se as seguintes categorias:

Chamou-se “*compreensibilidade*” à categoria que englobava a relação entre as características dos domínios duma metáfora ou duma analogia (o alvo e a fonte), de modo a estas serem entendíveis pelos alunos.

Consideraram-se três subcategorias relacionadas com a fonte: “*familiaridade*”, “*abstracção*” e “*complexidade*.” Os elementos constituintes destas subcategorias são, por vezes, difíceis de identificar sem conhecer os alunos. No entanto, por exemplo, é de prever que para um aluno citadino, ou de meios piscatórios, será difícil imaginar um favo de mel para introduzir a noção de célula, por não estar familiarizado com a vida rural ou que para outros alunos haja dificuldade de compreender o conceito abstracto de “*centro da vida*” aplicado à célula. A complexidade está ligada ao tipo e número de conexões entre o alvo e a fonte (mapear). Poderá verificar-se, que uma determinada metáfora e/ou analogia possa ser adequada sob o ponto de vista dos conceitos em jogo para determinado conteúdo, mas, possivelmente, não é compreensível pelos alunos.

Entendeu-se por “*adequabilidade*”, a articulação entre a utilização da LM com as diferentes aprendizagens pretendidas (e.g. conceitos, processos). Analisou-se, aqui, “*o que é que*” o uso das metáforas e/ou das analogias pretendia atingir. Consideraram-se três subcategorias relacionadas com o alvo: “*conceitos abstractos*”, “*conceitos concretos, mas não passíveis de serem observados sem auxílio de instrumentos*” e “*processos*” utilizados em Ciência.

Definiu-se “*conceitos concretos mas não passíveis de serem visualizados ou observados através dos sentidos*”, quando é necessário utilizar instrumentos intermediários (e.g. microscópio), que sirvam de extensão dos sentidos para a concretização do conceito em estudo. Como exemplificação, considerou-se frases do tipo: “*A célula representa uma estrutura característica dos seres vivos - o centro da vida*” como uma relação entre conceitos em que o alvo (célula) é concreto, não passível de ser observado sem o auxílio de instrumentos.



Definiu-se “*processos*”, como um modo dinâmico de relações entre sistemas. Como exemplificação, considerou-se frases do tipo “*a glicose atravessa a membrana combinada com um constituinte da membrana(...)transportador específico (...) chama-se difusão facilitada*” como um processo.

Por “*função*”, considerou-se o papel específico da metáfora e/ou da analogia como instrumento didático. Analisou-se, aqui, “*para que é que*” era utilizada nos manuais: (i) servir de organizador prévio (e.g. *membrana que constitui o limite - a fronteira da célula*); (ii) ter uma função avaliativa (e.g. *tendo em conta que a cortiça é um tecido vegetal morto, o que seriam afinal aquelas caixas descritas por Hooke?*). Nesta categoria englobou-se a subcategoria “*localização*”, pois que está relacionada com a função que a metáfora ou analogia desempenham no texto. Assim, se se encontrar no início do texto servirá como organizador prévio, se for no meio servirá como ligação entre conceitos antecedentes e subsequentes e no fim servirá como avaliação ou síntese. Igualmente, se a metáfora e/ou a analogia se localizarem no texto base ou nas margens terão funções diferentes. Se se encontrar nas margens, o autor do manual poderá querer chamar a atenção para que a metáfora e/ou a analogia precisará de uma explicação complementar por parte do professor (cf. II Parte, Cap. IV).

Na categoria “*exploração*”, pretendeu-se analisar “*como é que*” a metáfora e/ou analogia era utilizada, nomeadamente, se os manuais tinham alguma preocupação com as potencialidades e limitações da LM, em particular as ligadas com a mudança, o reforço ou a inclusão das presumíveis concepções alternativas dos alunos. Se realmente tiravam proveito ou benefício da utilização da metáfora e/ou da analogia, aprofundando o conhecimento que a LM pode

proporcionar. As subcategorias definidas representavam algumas das estratégias didáticas que podem ser utilizadas.

Por fim, na categoria "*frequência*", pretendeu-se medir se os autores destes manuais utilizavam, frequentemente ou não, a metáfora e/ou a analogia.

Sistematizando as categorias e subcategorias definidas foram:

1ª categoria - Compreensibilidade

1.1. Subcategoria: Abstracção

(i) fonte concreta com alvo abstracto; (ii) fonte abstracta com alvo abstracto; (iii) fonte abstracta com alvo concreto; (iv) fonte concreta com alvo abstracto.

1.2. Subcategoria: Familiaridade

(i) fonte conhecida com alvo desconhecido; (ii) fonte desconhecida com alvo desconhecido.

1.3. Subcategoria: Complexidade

(i) mapear simples; (ii) mapear complexo.

2ª categoria - Adequabilidade

(i) Conceitos abstractos; (ii) Conceitos concretos mas não passíveis de serem observados através dos sentidos; (iii) Processos.

3ª categoria - Função-Localização

(i) organizador prévio; (ii) relembrar conhecimentos anteriores, (iii) desanuviadora do texto; (iv) avaliativa.

4ª categoria - Exploração

(i) limita; (ii) indica outro sentido de interpretação; (iii) utiliza analogias múltiplas; (iv) atenta às presumíveis concepções alternativas dos alunos.

5ª categoria - Frequência

Aplicaram-se estas categorias na análise das metáforas e/ou das analogias utilizadas nos manuais escolares.\* Escolheram-se manuais escolares destinados a diferentes níveis etários e dois conceitos sendo um concreto, mas de difícil visualização pelas suas características microscópicas (célula) e outro abstracto (átomo), ambos, tradicionalmente, de difícil aprendizagem.

### 3.1- Análise dos Manuais Escolares mais Divulgados

No 6º ano de escolaridade, no manual escolar de Ciências da Natureza, analisou-se a unidade didáctica “A Célula”. Encontraram-se referidas as seguintes metáforas e analogias:

“Hooke observou fiadas de compartimentos de *paredes espessas* que no conjunto *lhe fizeram lembrar um favo de mel*. Como os *compartimentos dos favos de mel* se chamam células, Hooke designou por células cada um dos compartimentos que observou” (p. 18). “(...) as células deixaram de ser identificadas como *cavidades ou caixas vazias*” (p. 19). “A célula representa uma estrutura característica dos seres vivos -*o centro da vida*” (p. 19). “As células são como *blocos de construção* do corpo dos seres vivos. *Tal como a casa é feita de pequenos blocos de diferentes formas e tamanhos (tijolos, vidros, tábuas, pedras)* também as células pequenas de diferentes tamanhos e formas se organizam para construir o corpo de um ser vivo pluricelular” (p. 21).

---

\* Manuais Analisados:

Manuais escolares mais vendidos no mercado

- 6º ano de escolaridade da disciplina de Ciências da Natureza, da Texto Editora

- 11º ano de escolaridade da disciplina de Biologia, das Edições ASA

Manuais adoptados na Escola onde se realizou o estudo

- 8º e 9º anos de escolaridade da disciplina de Química, da Didáctica Editora.

No 11º ano de escolaridade, no manual escolar de Biologia, analisou-se, também, a unidade didáctica "A Célula", encontrando-se referidas as seguintes metáforas e analogias:

(Hooke) "pude perceber com extraordinária clareza que ele (o pedaço de cortiça) era todo perfurado e poroso, *assemelhando-se a um favo de mel* (...) além disso, esses poros não eram muito fundos, mas sim *como um grande número de pequenas caixas*" (p. 75). "Tendo em conta que a cortiça é um tecido vegetal morto, o que seriam afinal aquelas *caixas* descritas por Hooke?" (p. 75). "Hooke escolheu em 1665 o nome célula para chamar a cada uma das *pequenas caixas* que observou em virtude da *sua semelhança com pequenas celas*" (p. 75). (Para a observação de células) "quando o objecto não possui já de si uma estrutura transparente, será necessário *cortá-lo em fatias*" (p. 84). "(...) membrana que constituindo por um lado o limite - *a fronteira da célula*" (p. 91). "Pfeffer (...) confirmava que (...) a existência em redor da célula de uma membrana que funcionaria *como barreira* à passagem de água e solutos" (p. 96). "(...) os lípidos (...) tendem a formar *filmes rígidos*" (p. 97). "(...) tinham proposto o modelo *em mosaico* para a constituição da membrana" (p. 100). "A glicose atravessa a membrana combinada com um constituinte da membrana (...) *transportador específico* (...) este processo de transporte (...) chama-se difusão facilitada" (p. 108). "O retículo endoplasmático surge (...) como um extenso sistema de membranas definindo canais estreitos que se alargam (...) formando *sacos achatados* - as cisternas e os túbulos" (p. 116). "(...) a deposição (...) efectua-se de forma especial, constituindo *como que pequenas escamas* (...) *sobrepostas*" (p. 116). "(...) no organismo, a combustão lenta do carbono e oxigénio é em tudo *semelhante ao que se opera numa lamparina ou numa vela. O combustível dessa combustão são os alimentos*" (p. 129). "(...) no Ciclo de Krebs (...) o *esqueleto* carbonado de acetil CoA é convertido em CO<sub>2</sub>" (p. 142). "Os ácidos gordos são as substâncias escolhidas para funcionarem *como*

*depósitos de energia (...)*" (p. 157). "(...) libertado 1 electrão de P700, fica *um vazio, um buraco electrónico (...)*" (p. 183). "(...) a molécula de ADN seria constituída como uma *pilha de nucleótidos ligados*" (p. 208). "(...) dariam origem a duas moléculas *filhas de ADN iguais* formadas por *molde*" (p. 212). "(...) o núcleo durante a divisão celular apresenta-se como um *aglomerado de filamentos curtos*" (p. 233). "(...) as nucleoproteínas *formam o esqueleto* em volta do qual se espiraliza o ADN" (p. 234). "(...) um centríolo é um *cilindro oco*" (p. 240).

### 3.2- Análise dos Manuais Escolares Adoptados na Escola onde foi Realizado o Estudo

No 9º ano de escolaridade, no manual escolar de Química, analisou-se a unidade didáctica "Átomos e Modelos Atómicos". Encontraram-se referidas as seguintes metáforas e analogias:

"*Os feixes de electrões são amplamente utilizados hoje em dia. Por exemplo, a imagem obtida num televisor resulta do varrimento do écran do televisor com feixes de electrões*" (p. 26). "Thomson (...) propôs que o átomo devia ser uma esfera maciça (...) os electrões estavam incrustados no átomo (...) *como se fossem passas num pudim*. Daí chamar-se, por vezes, ao modelo atómico de Thomson o modelo atómico do *pudim de passas*" (p. 27). "*Se um núcleo atómico fosse do tamanho, por exemplo, de uma bola de futebol, então o átomo teria o tamanho da Terra*" (p. 29). "Rutherford propôs, apenas por analogia (por comparação) *com o sistema solar*, que os electrões devessem girar em órbitas em torno do núcleo *tal como os planetas giram em torno do Sol*" (p. 29). "O salto de um electrão para uma órbita mais próxima do núcleo é acompanhada pela emissão de energia do átomo" (p. 31). "Nesta "fotografia" podemos *observar algo com o aspecto de uma nuvem, com zonas com mais "imagens" do que outras. Onde houvesse mais pontos seriam as zonas onde o electrão tinha passado mais vezes*". Este modelo é usualmente designado por modelo de *nuvem electrónica* (p. 33).

Os autores recorrem frequentemente a modelos gráficos como representações esquemáticas de estruturas atómicas. Na página 39, encontra-se uma chamada de atenção para as limitações do modelo utilizado:

*“Estes esquemas não têm qualquer correspondência real. Por exemplo, a relação entre o tamanho do átomo e o tamanho do núcleo não está correcta, os electrões não estão a distância fixas do núcleo, os átomos não são planos, etc.”.*

No 8º ano de escolaridade, no manual escolar de Química, analisou-se a unidade didáctica “Átomos, Moléculas e Iões” encontrando-se só uma referência à LM:

*“Os átomos são, de facto, extremamente pequenos. Por exemplo, uma fila de átomos de comprimento igual à espessura desta folha de papel, seria uma fila de algumas centenas de milhões de átomos!”(p 73).*

### 3.3- Leitura Comparativa dos Resultados

Aplicando a categorização, previamente definida, para analisar os manuais escolares, podemos afirmar o seguinte:

- *Compreensibilidade*

- Abstracção

O grau de abstracção da fonte utilizado nas metáforas e nas analogias referidas é mínimo, sendo o que é comparável bastante concreto, pouco complexo, pertencente ao conhecimento quotidiano dos alunos (e.g. *imagem de um televisor; passas num pudim; caixa, bola de futebol, salto, fotografia, nuvem, fila, etc.*).

- Familiaridade

As fontes utilizadas, pelo seu uso vulgar, parecem ser familiares para os alunos. Quanto à referida analogia com o sistema solar, já é duvidosa a familiaridade dos alunos com a fonte, embora conste dos programas oficiais de anos anteriores.

- Complexidade

As analogias directas são as mais encontradas. As analogias simples que provocam um mapear simples, são também mais frequentes nos manuais escolares analisados.

Podemos, pois, concluir pelo resultado desta análise, que a LM utilizada nestes manuais parece ter potencialidades para ser compreensível pelos alunos pois que, considerando a fonte, envolve conceitos que se supõem familiares, concretos e pouco complexos.

- *Adequabilidade*

Usar fontes concretas para alvos abstractos e fontes concretas para alvos concretos, mas não disponíveis de concretização através dos sentidos, foram as categorias mais encontradas nos manuais escolares analisados, assim como utilizar o domínio familiar para o domínio desconhecido, encontrando-se muitas comparações com terminologia do quotidiano.

Podemos afirmar que as metáforas e/ou as analogias utilizadas são adequadas aos conceitos para os quais foram criadas, pretendendo-se com o seu uso explicar conceitos abstractos (e.g. *energia*, *átomo*), conceitos concretos mas não passíveis de serem observados sem auxílio de instrumentos (e.g. *célula*, *feixes de electrões*), processos, (e.g. *combustão*, *libertação de energia*).

#### - Função

Quanto à função desempenhada nos manuais escolares, pelas metáforas e/ou as analogias, a apresentação e a explicação de material novo parece ser a função mais frequente, para o qual os autores destes manuais utilizam a LM servindo, por exemplo, como organizador prévio (e.g. *“membrana que constitui o limite - a fronteira da célula”*). Aparece um exemplo em que as metáforas e analogias têm uma função avaliativa (*“tendo em conta que a cortiça é um tecido vegetal morto, o que seriam afinal aquelas caixas descritas por Hooke?”*).

#### - Localização

Toda a LM foi encontrada no texto base, exceptuando um caso em que foi encontrada numa ficha de interpretação do texto. Os autores pedem para os alunos apresentarem uma lista de semelhanças e de diferenças entre moléculas das diferentes substâncias e os modelos dessas moléculas (p . 81, experiência 2.2).

#### - Exploração

Os autores dos manuais escolares não exploram didacticamente as metáforas e/ou as analogias, não indicando as potencialidades e as limitações, excepto no que diz respeito aos modelos. Por exemplo, no estudo do átomo no manual do 9º ano, onde os autores recorrem, frequentemente, a modelos, encontraram-se duas referências no texto base, correspondentes à exploração didáctica dos modelos, chamando a atenção do aluno para as referidas limitações, como a seguir se indica: e.g.: *“estes esquemas não têm qualquer correspondência real. A relação entre o tamanho do átomo e o tamanho do núcleo não está correcta, os electrões não estão a distância fixas do núcleo, os átomos não são planos, etc”* (p 39). Na página 78 afirmam. *“As fotos seguintes apresentam modelos de*



moléculas de diversas substâncias de utilização frequente. *Note que se trata de modelos e não de moléculas reais* ". Neste caso não indicam quais as diferenças e/ou as semelhanças.

O uso de analogias múltiplas é raro, encontrando-se somente em dois casos: (i) Hooke (...) "pude perceber com extraordinária clareza que ele (o pedaço de cortiça) era todo perfurado e poroso, *assemelhando-se a um favo de mel* (...) além disso, esses poros não eram muito fundos, mas sim *como um grande número de pequenas caixas*" (p. 75); (ii) "(...) no organismo, a combustão lenta do carbono e oxigénio é em tudo *semelhante ao que se opera numa lamparina ou numa vela. O combustível dessa combustão são os alimentos*" (p. 129).

#### - Frequência

Na unidade didáctica analisada do manual escolar de Ciências da Natureza do 6º ano, em 15 páginas só aparecem 4 (quatro) situações de utilização de metáforas e/ou de analogias.

Na unidade didáctica analisada do manual escolar de Biologia do 11º ano, em 69 páginas só aparecem 7 (sete) situações de utilização de metáfora e/ou de analogia.

Analisando o texto da unidade do manual escolar do 9º ano, "Átomos e Modelos Atômicos" (pp. 25 - 48), na identificação das metáforas e/ou das analogias, verificou-se que os autores não utilizam frequentemente este tipo de linguagem. Em 23 páginas analisadas foram só encontradas 6 (seis) referências à LM.

Em virtude da maioria dos alunos ter frequentado a mesma Escola no ano anterior ao do estudo, foi também analisado o manual adoptado no 8º ano nessa Escola. Foi analisado o texto da unidade "Átomos, Moléculas e Iões" (pp. 71-

117). Como no caso do 9º ano, também no 8º ano os autores não recorrem frequentemente ao uso da LM. Encontrando-se esta só 1 (uma) vez expressa no texto base, num total de 46 páginas analisadas.

Em síntese:

Pode-se afirmar que nos manuais escolares analisados, a metáfora e/ou a analogia utilizadas são adequadas aos conceitos ou processos que se querem explicar e possivelmente são compreensíveis pelos alunos. No entanto, pela sua pouca frequência de utilização e pela falta de exploração didáctica, pode-se prever que seja irrelevante a influência da metáfora e/ou da analogia utilizadas nos manuais escolares na compreensão dos conceitos, nomeadamente os que irão ser trabalhados em situação presencial (nas aulas).

#### 4 - A METÁFORA, A ANALOGIA E OS CURRÍCULOS DE CIÊNCIAS

O objectivo da análise dos documentos curriculares oficiais foi fazer um levantamento das metáforas e/ou das analogias sugeridas nesses documentos para avaliar a influência destas nas práticas lectivas dos professores. Partiu-se do pressuposto que: (i) os professores conhecem os documentos oficiais curriculares; (ii) os agentes de planeamento e de desenvolvimento curricular, têm consciência não só da razão da tomada de decisões, mas também do significado de não tomar decisões; (iii) incluir ou não a metáfora e/ou a analogia nos currículos, nomeadamente nas sugestões metodológicas, toma significado pelo impacto que pode ter nas actividades dos professores, num sistema curricular centralizado como é o nosso.

Foram analisados os documentos oficiais da reforma curricular, quer os que prescrevem a organização curricular global (organização curricular e

programas), quer, mais especificamente, os que prescrevem os programas das várias disciplinas de ciências. Assim, foram analisados os seguintes documentos, todos publicados no ano de 1991:

- (i) Organização Curricular e Programas - Ensino Básico, 2º e 3º Ciclos (vol. I);
- (ii) Programa Ciências da Natureza: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem - Ensino Básico, 2º Ciclo (vol. II);
- (iii) Programa Ciências Naturais: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem - Ensino Básico, 3º Ciclo (vol. II);
- (iv) Ciências da Terra e da Vida, Biologia, Geologia. Organização Curricular e Programas - Ensino Secundário.

## Quadro 2

### Documentos Curriculares Analisados

Nome	N. de Pág.	Assuntos	Ano Escolar	Campo de Análise
Organização Curricular e Programas.  Ensino Básico  Vol. I - 2º ciclo	299	Organização Curricular Objectivos. Estrutura curricular. Princípios orientadores da acção pedagógica. Orientação geral do processo educativo. Componentes dos programas de ensino de todas as disciplinas. Avaliação.  Área Escola. Actividades de complemento curricular.  Sugestões bibliográficas.	2º Ciclo:  5º e 6º anos	Objectivos. Princípios orientadores da acção pedagógica. Introdução do Programa de Ciências da Natureza. Finalidades. Orientação metodológica. Avaliação.
Organização Curricular e Programas  Ensino Básico  Vol. I - 3º ciclo	421	Organização Curricular Objectivos. Estrutura curricular. Princípios orientadores da acção pedagógica. Orientação geral do processo educativo. Componentes dos programas de ensino de todas as disciplinas. Avaliação.  Área Escola Actividades de complemento curricular.  Sugestões bibliográficas	3º Ciclo:  7º, 8º e 9º anos	Objectivos. Princípios orientadores da acção pedagógica. Introdução do Programa de Ciências Naturais. Finalidades. Orientação metodológica. Avaliação.

<p>Programa de Ciências da Natureza: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem</p> <p>vol. II - 2º Ciclo</p> <p>Ensino Básico</p>	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objectivos gerais.</li> <li>- Plano de organização e sequência do ensino-aprendizagem.</li> <li>- Quadro de articulação e sequência entre conteúdos, objectivos, nº de aulas previstas, observações/sugestões, metodologias e listagem termos/conceitos.</li> <li>- Sugestões bibliográficas para professores e alunos</li> <li>- Endereços de serviços/departamentos para apoio aos programas.</li> </ul>	5º e 6º anos	<p>Observações/su gestões</p> <p>metodológicas</p>
<p>Programa de Ciências da Natureza: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem</p> <p>vol. II - 3º Ciclo</p> <p>Ensino Básico</p>	35	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objectivos gerais.</li> <li>- Plano de organização e sequência do ensino-aprendizagem.</li> <li>- Quadro de articulação e sequência entre conteúdos, objectivos, nº de aulas previstas, observações/sugestões, metodologias e listagem termos/conceitos.</li> <li>- Sugestões bibliográficas para professores e alunos.</li> <li>- Endereços de serviços/departamentos para apoio aos programas.</li> </ul>	7º e 8º anos	<p>Observações/su gestões</p> <p>metodológicas</p>
<p>Ciências da Terra e da Vida</p> <p>Biologia-Geologia</p> <p>Organização Curricular e Programas</p> <p>Ensino Secundário</p>	148	<p>Enquadramento dos programas do Ensino Secundário na Reforma Curricular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Objectivos gerais.</li> <li>- Estrutura global.</li> <li>- Estrutura curricular.</li> </ul> <p>Para os programas de cada disciplina engloba:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finalidades</li> <li>- Objectivos gerais.</li> <li>- Conteúdos.</li> <li>- Orientação metodológica.</li> <li>- Avaliação.</li> <li>- Plano de Organização e sequência do ensino-aprendizagem com conteúdos, objectivos, nº de aulas previstas, sugestões de actividades/comentários/lista de termos/conceitos.</li> <li>- Sugestões bibliográficas.</li> </ul>	<p>10º e 11º anos - Ciências da Terra e da Vida</p> <p>12º ano - Biologia</p> <p>12º ano - Geologia</p>	<p>Objectivos gerais.</p> <p>Orientação metodológica.</p> <p>Sugestões de actividades/comentários.</p>

Nestes documentos analisaram-se, essencialmente, (i) os objectivos e as finalidades; (ii) os princípios orientadores da acção pedagógica; (iii) as sugestões metodológicas/observações das disciplinas de Ciências da Natureza (2º Ciclo) e Ciências Naturais (3º Ciclo); (iv) as sugestões de actividades/comentários (Ensino Secundário) nas disciplinas de Ciências da Terra e da Vida, Biologia e Geologia. Não se analisaram os programas de Física e Química, por não estarem ainda publicados na data em que esta análise foi realizada.

A análise realizada, como se pode verificar, centrou-se em aspectos parcelares dos documentos, por se saber, *à priori*, que a organização curricular global não privilegiava a utilização da metáfora e/ou da analogia como princípio organizador do currículo, não estando a organização curricular de acordo com o que alguns autores propõem, tais como Lautz e Kass (1987), ao defenderem que a LM deveria constituir o princípio organizador dos currículos escolares, pois que esta promove a ligação entre o conhecimento, as metodologias, as actividades, o material de ensino, conduzindo à aprendizagem dos alunos. Estes autores, ao defenderem esta ideia, partem da premissa que no desenvolvimento curricular a metáfora e/ou a analogia têm um papel relevante e global, pois que enriquecem as perspectivas e organizam a experiência. Propõem uma organização curricular coerente com este princípio, e não só a utilização da metáfora e/ou analogia como uma estratégia ou instrumento de ensino.

#### 4.1- Análise dos Documentos Curriculares Oficiais

Não foi encontrada nenhuma referência explícita à utilização da metáfora e/ou da analogia em nenhum dos documentos analisados. No entanto, de uma forma indirecta pode-se inferir a pertinência da utilização deste tipo de linguagem,

nomeadamente, para a consecução dos objectivos gerais do 2º e 3º ciclo do ensino básico, como se refere no documento Organização Curricular e Programas - Ensino Básico, 2º e 3º Ciclos (vol. I), (1991):

“promover, o domínio dos meios de expressão e comunicação verbais e não verbais; a compreensão da estrutura e do funcionamento básico da língua portuguesa em situações de comunicação oral e escrita; incentivar a aquisição de competências para seleccionar, interpretar e organizar a informação que lhe é fornecida ou de que necessita; fomentar a expressão de interesses e aptidões em domínios diversificados” (p. 15).

Estes objectivos do 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico, por serem gerais, são definidos para todas as disciplinas, podendo ser interpretados pelos professores de ciências como não sendo orientados para as disciplinas que leccionam. No entanto, se cruzarmos estes objectivos com os princípios orientadores da acção pedagógica, expressos no mesmo documento “Organização Curricular e Programas”, é legitimado o uso da metáfora e/ou da analogia e deixada à opção dos professores de ciências a sua utilização ou não, justificada pelas seguintes afirmações:

“ não se esgotando o currículo na sua dimensão formal e comportando o terreno da prática pedagógica uma larga margem de imprevisibilidade”(p. 27).

onde:

“ a realidade com que o aluno é confrontado se ajusta aos seus esquemas de conhecimento (...) ou é capaz de suscitar a sua modificação e o seu reajustamento” (p. 29); e “o reconhecimento de que é, pois, necessário, imprimir à educação (...) uma dinâmica (...) em que as actividades escolares devem articular-se estreitamente com a vida, o meio e o mundo do trabalho” (p. 28).

e em que:

“o esquema a que se subordina a organização dos programas (...) regula a prática do ensino/aprendizagem (...) na latitude da interpretação do que é proposto, sugerido ou deixado à livre opção dos professores” (p. 42).

e em que:

“o conceito de conteúdos é abrangente (...), o domínio de procedimentos e destrezas nas áreas do conhecimento intelectual e científico (...) reconhecê-los como conteúdos é torná-los como objecto sobre que incide a aprendizagem” (p. 43).

Ao analisar os objectivos gerais definidos para o Ensino Secundário, identificou-se como possível a utilização da metáfora e/ou da analogia para a consecução dos respectivos objectivos:

“favorecer a língua portuguesa com correcção e fluência nos diversos modos de comunicação; promover o desenvolvimento, consolidação e aprofundamento do raciocínio; desenvolver capacidades de integração, elaboração e assimilação de informações e mensagens; assegurar a compreensão dos elementos fundamentais da metodologia científica e a utilização das técnicas principais do trabalho intelectual; aprofundar a capacidade de analisar criticamente informações e situações do quotidiano pessoal, local e nacional” (p. 10).

Para o Ensino Secundário o problema toma, assim, as mesmas dimensões que para o 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico, sendo só indirectamente legitimada a utilização da metáfora e/ou da analogia.

Passando da análise dos objectivos gerais, já referida, para a da orientação metodológica geral, expressa nos documentos “Organização Curricular e Programas”, é afirmado, para o 2º Ciclo (vol. I) ser:

“importante a aquisição de métodos de trabalho diversificados recorrendo a meios de natureza variada como textos (...) para o desenvolvimento de capacidades de expressão oral, escrita e gráfica” (p. 187); “importante o uso de uma metodologia (...) activa e interdisciplinar (...) em que há transferência de conhecimentos e teorias entre diferentes áreas (...) o aluno deve fazer esforço para identificar conceitos chave no conjunto dos novos conceitos e relacioná-los com os que já possuía” (p. 187).

Para o 3º Ciclo volta a estar expresso na orientação metodológica, no documento Organização Curricular e Programas - Ensino Básico 3º Ciclo (vol. I) (1991) que:

“professores e alunos devem ter autonomia para interpretar princípios e planear actividades (...) de modo a possibilitar ao aluno a estruturação conceptual, tomando como ponto de partida os seus conhecimentos prévios (...) com recurso à sua própria experiência” (p. 218); de modo a “atender à diversidade dos pontos de partida, ritmos e interesses (...) com diferentes “graus de conceptualização” (p. 219); sendo a “Educação em Ciência um processo dinâmico onde as operações mentais se entrelaçam (...) (p. 219). A liberdade de planear deve ser respeitada pois o seu uso proporciona a todos os intervenientes uma experiência enriquecedora” (p. 219).

Para o Ensino Secundário, no enquadramento dos programas na reforma curricular, apela-se para:

“a intensa participação de cada aluno na construção e avaliação das suas aprendizagens e para o incentivo da sua autonomia como sujeito intelectual e moral (...) proporcionando experiências mobilizadoras de um pleno domínio de competências intelectuais e segurança de atitudes (...) deixando os programas em aberto um vasto campo de possibilidades alternativas de desenvolvimento curricular a eleger de acordo com as condições concretas do terreno



pedagógico (...) podendo dar lugar a experiências de aprendizagem que vão ao encontro das motivações dos alunos e professores (p. 8).

Como síntese do que é afirmado anteriormente, dos programas curriculares oficiais analisados, extraem-se linhas de força de actuação onde a metáfora e/ou a analogia podem desempenhar um papel predominante: (i) os alunos deverão integrar os novos conhecimentos nos conhecimentos preexistentes; (ii) os conhecimentos têm de estar ligados às experiências anteriores dos alunos e ao meio; (iii) as capacidades e atitudes intelectuais e socioafectivas são consideradas como conteúdos; (iv) o aluno deve ser intelectualmente autónomo, adquirindo diversos tipos de competências, nomeadamente ligadas à língua materna e à comunicação, para promover o seu desenvolvimento; (v) as actividades educativas devem ser planeadas conforme as motivações, interesses e ritmos dos alunos; (vi) professores e alunos têm liberdade de planear os métodos e as técnicas adequadas a cada contexto de ensino-aprendizagem.

Ao passarmos da análise do que é afirmado nos documentos curriculares globais, para os programas das diversas disciplinas de ciências, (Programa Ciências da Natureza: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem - Ensino Básico 2º Ciclo (vol. II). Programa Ciências Naturais: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem - Ensino Básico 3º Ciclo (vol. II). Ciências da Terra e da Vida, Biologia, Geologia. Organização Curricular e Programas - Ensino Secundário), estas linhas de força não se encontram concretizadas nos conteúdos, nem na listagem de objectivos específicos para as diferentes disciplinas, principalmente no 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico.

No Ensino Básico não se encontrou nenhuma referência à possível utilização da metáfora e/ou da analogia. No Ensino Secundário, de uma forma directa,

aparecem referências às comparações nas sugestões de actividades/comentários. Neste caso, os domínios das comparações sugeridas são entre a mesma área do saber, como mostram os exemplos que a seguir se apresentam do programa de Biologia do 12º ano:

“utilização de fotografias de células procarióticas e eucarióticas a fim de, através de uma análise comparativa, identificar as principais diferenças entre os dois tipos de organização celular (p. 43); comparar diferentes tipos de fermentação e distinguir os condicionalismos de ocorrência da fermentação e respiração aeróbia (p. 49); estabelecer comparação entre a mitose nas células animal e vegetal identificando semelhanças e diferenças (p. 55); análise comparativa de ciclos de vida (p. 57); análise comparativa de espermatogénese e oógenese a fim de identificar semelhanças e diferenças (p. 58); comparar interpretações fixistas e evolucionistas de conceitos de anatomia comparada “(p. 85).

Nos programas de Geologia do 12º ano podemos encontrar nas sugestões de actividades/comentários:

“comparar com fotografias e esquemas para distinguir diferentes tipos de maciços rochosos (p. 123); distinguir entre si diferentes rochas metamórficas e estas das magmáticas e sedimentares, anotando semelhanças e diferenças (p. 68); comparar a representatividade de cada grupo (plantas vasculares) em diferentes períodos geológicos (p. 92); estudo comparativo entre dois tipos de solos com características diferentes, permitindo verificar a sua influência na maior ou menor susceptibilidade à erosão eólica e hídrica, permeabilidade e desenvolvimento da vegetação; fazer estudo comparativo entre a composição química de águas subterrâneas em zonas contaminadas e em zonas não contaminadas “(p. 130).

No Ensino Secundário encontra-se um maior número de sugestões metodológicas, em que se sugerem estudos comparativos com ênfase na detecção das semelhanças e diferenças, nos programas de Biologia do que nos programas de Geologia.

É interessante notar que só nos programas do 12º ano foram encontradas, nas sugestões de actividades, recomendações para os professores usarem comparações, muitas vezes não constituindo metáforas nem analogias. No entanto, este facto é demonstrativo que os agentes de planeamento curricular pensam que a LM é mais adequada aos alunos de mais elevado nível etário.

Nos documentos curriculares oficiais analisados, a função indicada para a utilização da LM é constituir a base de estudos comparativos que permitam que os alunos distingam as semelhanças e as diferenças entre conceitos ou fenómenos.

Em síntese:

O desenvolvimento curricular deve consubstancializar-se em princípios, objectivos, conteúdos e metodologias, com actividades variadas e abertas, que promovam o desenvolvimento pessoal e social do aluno. Os currículos analisados não estão organizados de acordo com o que Novak et al. (1983) recomendaram, partindo do pressuposto que a média dos alunos têm um conhecimento científico fragmentado e desorganizado ou, pelo menos, estrito e confuso. Estes autores defendem que:

“Bringing metaphors into the curriculum can provide the student with an overall frame of references or concept map for making sense of the world, that is, for placing what is known into a pattern that can easily be received and comprehended” (p. 625).

O currículo estabelecido nos documentos oficiais analisados, embora demonstre flexibilidade, para a possibilidade do professor utilizar a metáfora e/ou a analogia para a consecução dos objectivos e para a realização das actividades propostas, não inclui qualquer referência à utilização de LM nem nos objectivos nem nas sugestões metodológicas. Dá pouca importância à cultura específica e ao “background” dos alunos. Pode pôr-se a hipótese que os currículos demonstram ser esta uma das razões da não inclusão da metáfora e/ou da analogia nos currículos de ciências.

O papel das correntes de pensamento da organização social e escolar reflecte-se em diferentes paradigmas sobre a natureza da Ciência e estes no modo de planeamento e implementação do currículo (Morgan, 1980 e Manning, 1979). Decorrente deste pressuposto, pode-se formular outra hipótese da não explicitação da utilização da metáfora e/ou da analogia nos currículos. Esta falta de explicitação pode corresponder à existência de vários paradigmas que as excluem, relativos à maneira diferente de ver a realidade através dos instrumentos curriculares no processo de aquisição de conhecimento científico, devido a que os agentes de planeamento e de desenvolvimento curricular possam estar ligados a diferentes escolas de pensamento de organização social e escolar do ensino das ciências. As próprias metáforas e/ou as analogias que os agentes de planeamento ou de desenvolvimento curricular possuem, sobre a organização do conhecimento e do sistema educativo, influência o currículo proposto, estruturando, consciente ou inconscientemente, os elementos desse currículo, construindo padrões de conhecimento e pré figurando o sistema em estudo (Morgan, 1983 e Manning, 1979). Por exemplo, se se pensar que o sistema curricular deve funcionar como uma máquina (paradigma funcionalista, onde a ciência tem uma existência real e concreta), o objectivo é a eficácia para

responder a objectivos pré determinados (Weber, 1946). Se se considerar que o sistema curricular funciona como um “organismo vivo”, o objectivo pode ser sobreviver, adaptar e auto regular-se no contexto de um ambiente social mais extenso de constante fluxo e mudança. Neste caso, a Ciência (paradigma interpretativo) é considerada como um produto de relações e conexões subjectivas e intersubjectivas dos indivíduos (Argyris e Schon, 1978). A concepção mais moderna desta metáfora, relaciona o sistema curricular com um sistema cibernético, o que leva a considerar o currículo como um conjunto de padrões de informação, constituindo um equilíbrio homeostático, baseado no “feed-back” obtido sobre a informação (Lawler e Rhode, 1976). Nesta perspectiva, o aluno e a aprendizagem tomam um papel mais activo e a utilização da linguagem transforma-se num sistema mais aberto.

Nesta linha de ideias, pode-se, também, pôr a hipótese que os agentes de planeamento curricular não discutiram as metáforas e/ou as analogias diferentes que possuíam ou não estavam conscientes da possibilidade da existência de diferentes metáforas e/ou analogias subjacentes ao planeamento dos novos currículos, de modo a que estas fossem usadas para criarem novas teorias curriculares que poderiam levar a maneiras inovadoras de conceptualizar a organização curricular.

Quaisquer que tenham sido as razões da não inclusão da metáfora e/ou da analogia nos currículos, o que se pode inferir é que só os professores que já estejam alertados para a temática da LM, ao lerem os programas oficiais, poderão inclui-la nas suas práticas.

O desenvolvimento curricular, considerado como uma forma de explicitar uma política educativa, conducente a uma educação científica, pode ser, segundo

McDonald (1987) um processo de “alimentar uma sociedade democrática” (p. 183). Um dos aspectos fundamentais para a construção da sociedade democrática é o domínio da linguagem nas suas várias formas e a existência de uma literacia científica que, conjuntamente, dão poder aos alunos, se, segundo McDonald (1987), forem enquadrados e integrados nos contextos sociais, culturais e económicos e considerados os valores éticos e nos estéticos.

Parece, pois, que os currículos das disciplinas de ciências não desenvolvem o domínio da linguagem, nas suas várias vertentes, para dar poder discursivo aos alunos.

## CONCLUSÃO

Analisando os resultados prévios obtidos pelas entrevistas a professores de ensino não superior e os resultados do questionário e das entrevistas aos professores universitários, o aspecto afectivo (desanuviamiento do clima da sala de aula), que parece ser na opinião maioritária dos professores universitários que responderam ao questionário a justificação da utilização de LM, não foi confirmado nas entrevistas, pois que os professores afirmaram que a utilizam essencialmente para a explicação de conceitos abstractos ou difíceis, para a ligação ao real e ao quotidiano, dando pois realce ao aspecto cognitivo. Esta prática não está de acordo com o que pensavam os professores universitários que estão convencidos que a LM é mais utilizada nas salas de aula do ensino não superior ligada à motivação, ao desanuviamiento da clima de sala de aula, a tornar a informação mais atraente e ao movimento das concepções alternativas e à identificação dos pré-conceitos.

Ficou confirmado, quer pela opinião dos professores universitários quer pelas afirmações dos professores do ensino não superior, que a LM é utilizada em

grande escala na actuação quotidiana dos professores de ciências, independentemente das áreas disciplinares e de formação inicial incluir ou não a problemática da LM.

Esta utilização ligada essencialmente ao processo de ensino aparece de uma forma espontânea ligada com características pessoais dos professores que as utilizam, mesmo no caso dos professores que tiveram formação inicial em LM. A formação inicial tem influência na prática dos professores nomeadamente nos cuidados a ter com as limitações da utilização de metáforas e/ou analogias, tomando especial realce quando se trata de documentos escritos. No entanto, a formação inicial em LM nas universidades é incipiente constituindo um complemento de outros conteúdos. Na formação existente parece que a LM é valorizada como instrumento de ensino e não de aprendizagem nem como formação para o futuro trabalho dos alunos como professores. É de notar que em ambas as situações de trabalho de formação a LM estava associada a trabalho de projecto aparecendo como um instrumento de investigação e de auto-formação. Quer do ponto de vista dos professores universitários, quer dos professores do ensino não superior não é significativamente considerado o papel heurístico da metáfora e/ou analogia na construção do conhecimento científico.

Os manuais escolares utilizam a LM, embora de uma forma pouco frequente, quase exclusivamente como instrumento de ensino, utilizando-a de uma forma pouco cuidada e programada. Recorrem a uma forma imediatista e impressionista, geralmente, sem preocupações de saber se a fonte é familiar aos alunos ou sem explicitarem quais os atributos ou relações comparáveis entre a fonte e o alvo e as que não se adequam ao que é pretendido. Não retiram os benefícios que a potencialidade da LM pode proporcionar para a construção da aprendizagem da Ciência. Os autores destes manuais escolares, também, não

contribuem para dar pistas aos professores de como explorar as metáforas e/ou as analogias na sala de aula, muito menos numa perspectiva interactiva onde os alunos possam expressar as ideias sobre os conceitos a aprender a partir de determinada metáfora e/ou analogia utilizada.

Apesar de todos os currículos afirmarem a liberdade dos professores de planearem as suas actividades e escolherem metodologias, para a maioria dos professores que não têm formação inicial ou contínua em LM, os programas não se constituem como fontes de motivação para a formação ou de alerta para as potencialidades e limitações da utilização da metáfora e/ou da analogia em sala de aula. Pela ausência de referências explícitas à LM, pode-se concluir que os programas oficiais não influenciam qualquer tipo de trabalho do professor em sala de aula em relação à utilização da metáfora e da analogia, qualquer que seja o nível de ensino ou a disciplina de ciências que se considere.



## **Capítulo II**

### **A METÁFORA, A ANALOGIA E A APRENDIZAGEM**

#### **LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

##### **INTRODUÇÃO**

A caracterização pormenorizada das turmas e alunos constituiu, neste estudo, uma parte muito importante do trabalho da investigação empírica.

A construção do conhecimento pela criação do respectivo significado pelo aluno, durante o processo de ensino-aprendizagem, é um processo longo dependendo, como já foi referido, do conhecimento preexistente, do desenvolvimento cognitivo e afectivo, assim como da influência do meio sociocultural. Nesta perspectiva, testar os alunos nestes aspectos referidos contribuiu para fornecer informação com função diagnóstica. Esta informação serviu para conhecer os alunos de modo a que fossem planeadas e executadas as actividades lectivas que pudessem ser levadas à prática a partir do conhecimento anterior, dos níveis cognitivo e verbal e do meio em que os alunos estavam inseridos. Assim, em todos os testes aplicados, o que se pretendeu foi obter critérios de referência e de orientação para a prática.

Partiu-se do pressuposto que o ensino influencia o sucesso da aprendizagem dos alunos, induzindo os alunos a criar novos significados do conhecimento. Esta influência não é directa e automática e, conseqüentemente, o ensino deve ultrapassar a apresentação dos conteúdos e centrá-los nos alunos, o que implica conhecê-los o melhor possível. Daí a necessidade desta caracterização pormenorizada.

Os testes estandardizados utilizados foram um importante instrumento para dar informação validada sobre os alunos e para os comparar e seleccionar, embora não testassem as concepções dos alunos, as estratégias de aprendizagem ou as capacidades metacognitivas ou afectivas que poderiam ter importância para uma compreensão mais profunda dos alunos. Para a análise dos resultados, embora este estudo não possa ser considerado de natureza experimental, considerou-se a turma A como a turma de controlo por não se ter feito a exploração didáctica das metáforas e/ou das analogias utilizadas na leccionação das aulas. A turma B foi denominada a melhor turma, das três turmas participantes neste estudo, porque os alunos tinham obtido as melhores classificações nos períodos escolares anteriores ao estudo e a turma C foi denominada a pior turma por ter obtido as classificações mais baixas das três turmas intervenientes no estudo.

## 1- CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS ONDE O ESTUDO FOI REALIZADO

As três turmas, onde se leccionou a sequência das aulas, foram caracterizadas segundo o nível etário, o sucesso escolar, o nível cognitivo e de aptidão verbal dos alunos que as constituíam.

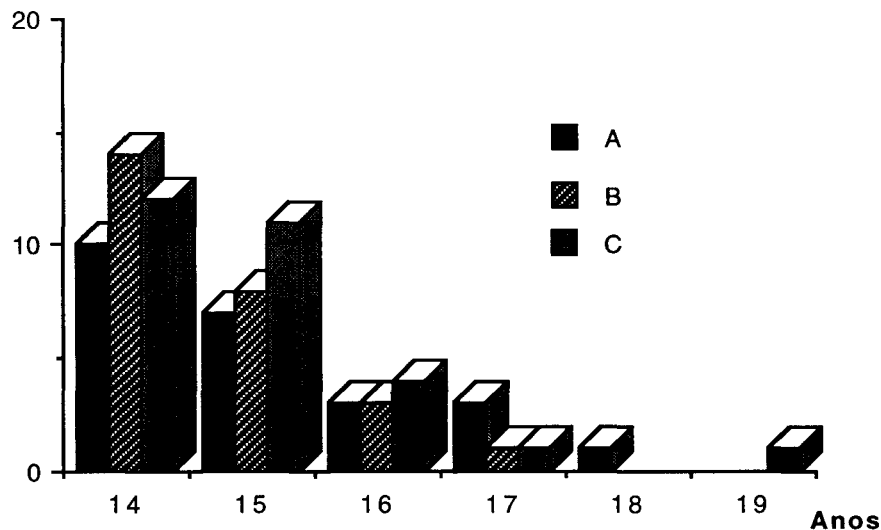
### 1.1- Nível Etário dos Alunos das Três Turmas

As três turmas participantes no estudo eram constituídas por alunos do 9º ano da mesma escola num total de 79 alunos, sendo 53 raparigas e 26 rapazes. As turmas aqui identificadas por A, B e C eram constituídas, respectivamente, por 24 alunos ( 15 raparigas e 9 rapazes), 26 alunos ( 21 raparigas e 5 rapazes) e 29 alunos ( 17 raparigas e 12 rapazes). A moda em todas as turmas era de 14 anos. A média das idades era de 15.8 na turma A, de 14.7 na turma B e de 15.6 anos

na turma C, conforme a distribuição das idades representada no seguinte gráfico:

Gráfico 10

Idades dos alunos das três turmas



Leitura dos Resultados

As turmas apresentavam alunos com uma grande dispersão de idades, com uma amplitude máxima de cinco anos. Apesar da moda ser de 14 anos em todas as turmas, ou seja, a idade convencional para os alunos frequentarem o 9º ano, na realidade a média das idades era muito maior. Este facto pode ser resultado de percursos escolares ou pessoais conturbados, o que poderia ser uma das razões de desmotivação dos alunos, justificada entre várias hipóteses, pela desadequação dos currículos ao nível etário, à interiorização do insucesso ou à influência de uns alunos sobre os outros, criando um clima nas próprias turmas que não favorecia a aprendizagem.

A turma C, considerada a pior turma, era a que apresentava uma maior dispersão de idades, com 38.3% de alunos com um ano, 13.8 % com dois anos,

3.5% com três anos e 3.5% com cinco anos de atraso em relação à idade convencional para o 9º ano. Em contraste a turma B, considerada a melhor turma, era a que apresentava um nível etário mais baixo com uma percentagem alta de alunos com 14 anos (53.8%).

## 1.2- Nível de Sucesso Escolar dos Alunos das Três Turmas

Considerou-se o sucesso escolar como as classificações obtidas pelos alunos no final de cada período escolar. Está-se consciente que esta é uma visão redutora da caracterização do sucesso escolar mas foi utilizada, por razões operacionais, para fornecer dados sobre as turmas e contribuir para a sua caracterização. Os níveis 3, 4 e 5 correspondem à classificação dos alunos com sucesso escolar.

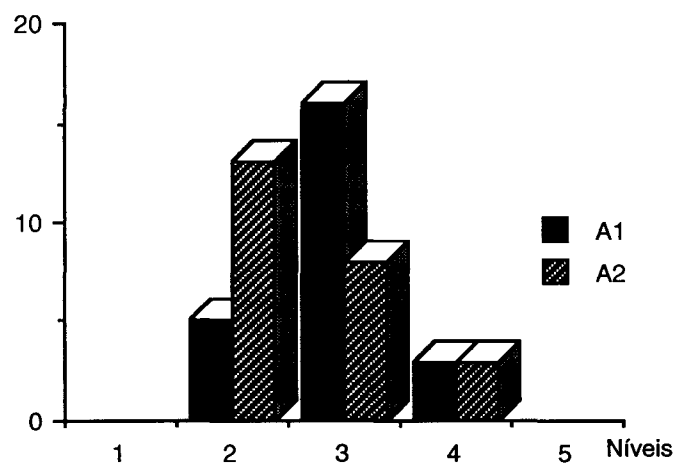
As turmas apresentavam um grande índice de insucesso escolar, de uma forma geral, em todas as disciplinas, sendo contudo, mais notório nas disciplinas de Matemática, Física e Química e Línguas Estrangeiras. Só se apresentam as classificações da disciplina de Física e Química por serem significativas para este estudo. Não se consideraram as classificações do 3º período escolar por se achar não caracterizarem as turmas antes da sequência de aulas e cumulativamente não serem relevantes para avaliação do referido 3º período, pois que não se considera que essas classificações sejam uma consequência directa da realização do estudo em contexto de sala de aula.

No quadro que se apresenta no Anexo D estão assinalados, entre todos os alunos das três turmas, os alunos posteriormente seleccionados para a continuação do estudo.

Para uma melhor visualização da globalidade destes resultados construiu-se o seguinte gráfico:

Gráfico 11

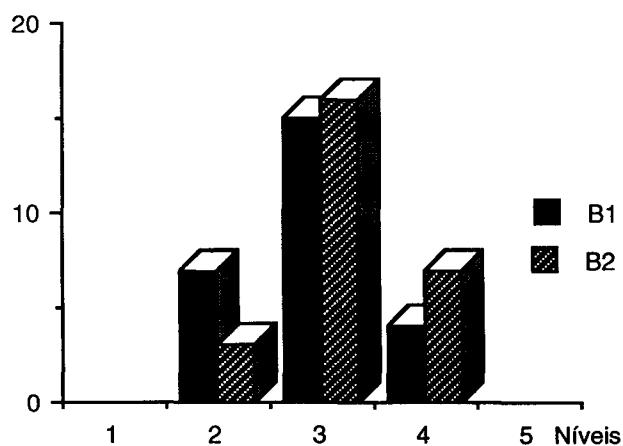
Classificações do 1º e 2º período na disciplina de Física-Química da turma A



Para uma melhor visualização da globalidade dos resultados, e conforme tinha acontecido com a turma A, construiu-se o seguinte gráfico para a turma B:

Gráfico 12

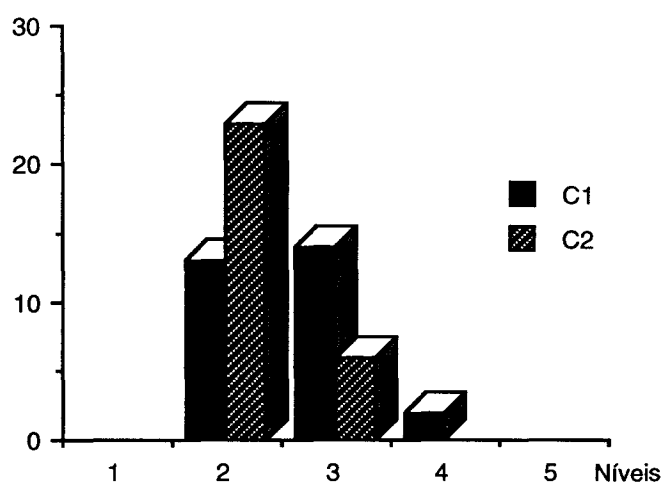
Classificações do 1º e 2º período na disciplina de Física-Química da turma B



Para uma melhor visualização da globalidade dos resultados e conforme tinha acontecido com as turmas anteriores, construiu-se o seguinte gráfico relativamente à turma C:

Gráfico 13

Classificações do 1º e 2º período na disciplina de Física-Química da turma C



Leitura dos Resultados

Na disciplina de Física-Química verificou-se que, em todas as turmas, não havia nenhum aluno(a) com classificação de nível 5, em nenhum dos períodos escolares considerados. Na turma A havia só uma aluna de nível 4, obtido nos dois períodos escolares e dois alunos que no 1º e 2º períodos tinham obtido esta mesma classificação. Na turma B havia quatro alunos que tinham obtido o nível 4, nos dois períodos, e outros três alunos que obtiveram este nível no 2º período. Na turma C nenhum aluno tinha atingido nível 4 no período escolar anterior ao estudo, havendo dois alunos com este nível no 1º período.

Analisaram-se, estatisticamente, estes resultados com o objectivo de se detectarem diferenças entre as três turmas quanto ao sucesso escolar.

Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o programa “Statview”\*. Empregou-se o “Mann-Whitney *U* Test”, um método de análise de dados não paramétricos entre sujeitos pertencentes a dois grupos independentes. Os intervalos foram convertidos em medidas ordinais ordenadas. Este teste aplica-se para uma distribuição da população igual àquela cuja amostragem foi seleccionada. Utilizou-se um nível de significância de 0.05. Aproximaram-se os resultados às décimas.

Analisando os resultados do 1º período, comparando a turma de controlo (A)  $N = 24$  com a melhor turma (B)  $N = 26$ , o  $U = 302.5$  ( $p = 0.83$ ). Podemos afirmar que, estatisticamente, não havia diferenças significativas quanto ao sucesso escolar nestas duas turmas consideradas.

Comparando agora a turma melhor (B)  $N = 26$  com a turma pior (C)  $N = 29$ , o  $U = 296.5$  ( $p = 0.13$ ). Também neste caso podemos afirmar que não havia, estatisticamente, diferenças significativas quanto ao sucesso escolar nestas duas turmas consideradas.

Comparando a turma de controlo (A)  $N = 24$  com a turma pior (C)  $N = 29$ , o  $U = 259.5$  ( $p = 0.07$ ). Igualmente como nos casos anteriores podemos afirmar que não havia, estatisticamente, diferenças significativas quanto ao sucesso escolar nestas duas turmas consideradas.

---

\* A permissão de utilização deste programa de análise estatística foi amavelmente cedida pela Universidade de Boston.

Destes resultados podemos concluir que não havia, estatisticamente, diferenças significativas entre as três turmas consideradas relativamente ao sucesso escolar, no 1º período escolar.

No 2º período escolar, portanto o imediatamente anterior à realização do estudo, as turmas apresentavam uma percentagem de 53%, 56% e 86% de classificações negativas na disciplina de Física-Química. Com esta alta percentagem havia uma grande previsão de insucesso escolar no fim do ano, prevendo-se também que os alunos, em geral, estivessem desmotivados para a aprendizagem dos conteúdos da disciplina.

Analisando, agora, estatisticamente as classificações obtidas pelos alunos no 2º período escolar, comparando a turma de controlo (A)  $N = 24$  com a turma pior (C)  $N = 29$ , o  $U = 251.5$  ( $p = 0.03$ ). Havia, estatisticamente, diferenças significativas entre a turma A e a turma C quanto ao sucesso escolar.

Comparando a turma de controlo (A)  $N = 24$  com a turma melhor (B)  $N = 26$ , o  $U = 175.0$  ( $p = 0.04$ ). Pode-se afirmar que havia, estatisticamente, diferenças significativas na turma de controlo (A) e na turma melhor (B) no que respeita ao sucesso escolar.

Comparando a melhor turma (B)  $N = 26$  com a turma pior (C)  $N = 29$ , o  $U = 100.5$  ( $p = 0.0001$ ). Pode-se afirmar que, estatisticamente, havia diferenças significativas entre estas duas turmas (B e C) quanto ao sucesso escolar.

Destes resultados podemos concluir que, no 2ª período escolar, havia diferenças significativas entre as três turmas do estudo quanto ao sucesso escolar. A turma B era realmente aquela que tinha melhores classificações, seguindo-se a turma A e, finalmente, a turma C. Estes resultados eram já esperados na medida que



um dos critérios da escolha das turmas para este estudo foi o da diferença de sucesso escolar. A escolha destas turmas foi baseada nas classificações dadas pelos professores.

É de realçar que no 1º período não havia diferenças significativas entre as três turmas quanto ao sucesso escolar, o que não aconteceu no 2º período. O tempo de actividades lectivas entre o 1º e o 2º período, nas turmas A e C, conduziu ao insucesso escolar contrariando o que é esperado do ensino, da função do professor e da Escola.

Assim, na turma A do 1º para o 2º período verificou-se um aumento do número de alunos com classificação de 2 (de 5 para 13) e uma diminuição dos que obtiveram o nível 3 (de 16 para 8). Na turma B, considerada a melhor turma, houve um aumento de aprendizagem traduzido pela diminuição dos alunos classificados com nível 2 (de 7 para 3) e aumento dos alunos classificados com nível 3 (de 15 para 16) e nível 4 (de 4 para 7). Na turma C os resultados são assustadores. No 2º período verificou-se um aumento de alunos que passaram do nível 3 para o nível 2 (10 alunos), aumentando muito o número de alunos classificados com nível 2 (23) e deixando de existir alunos classificados com nível 4 (de 2 para 0).

A turma C destacava-se das outras duas turmas em relação ao menor sucesso escolar. Em relação à turma A, a turma B apresentava um maior número de alunos com classificações superiores e simultaneamente uma maior percentagem de classificações negativas. Considerando a amplitude das classificações obtidas, a turma A apresentava-se como a mais homogénea.

### 1.3- Nível Cognitivo dos Alunos das Três Turmas

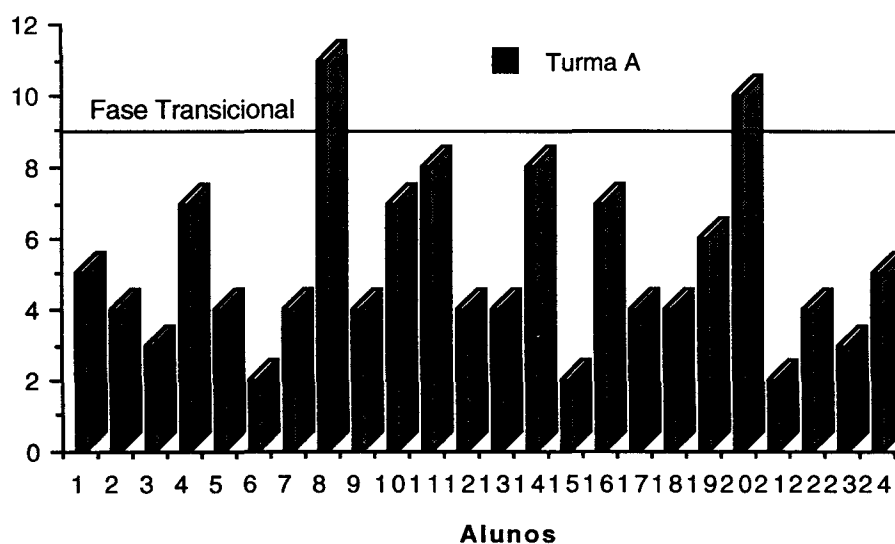
Administrou-se o questionário GALT (Roadrangka et al., 1983), (cf. I Parte, Cap. III), a todos os alunos das três turmas.

Para a análise de resultados, considerou-se que cada resposta correcta valeria 1 (um) ponto. Só se considerou atingida esta pontuação, conforme recomendações dos autores do manual, se estivesse correcta conjuntamente a resposta e a justificação respectiva, ou se tivessem sido referidas todas as hipóteses nas questões relativas ao raciocínio combinatório. Os alunos que obtiveram 0-8 pontos consideraram-se de nível das operações concretas, 9-15 na fase transicional (transitiva) e 16-21 no nível das operações formais.

Para uma melhor visualização dos resultados apresentados no Anexo D, construiu-se o seguinte gráfico:

Gráfico 14

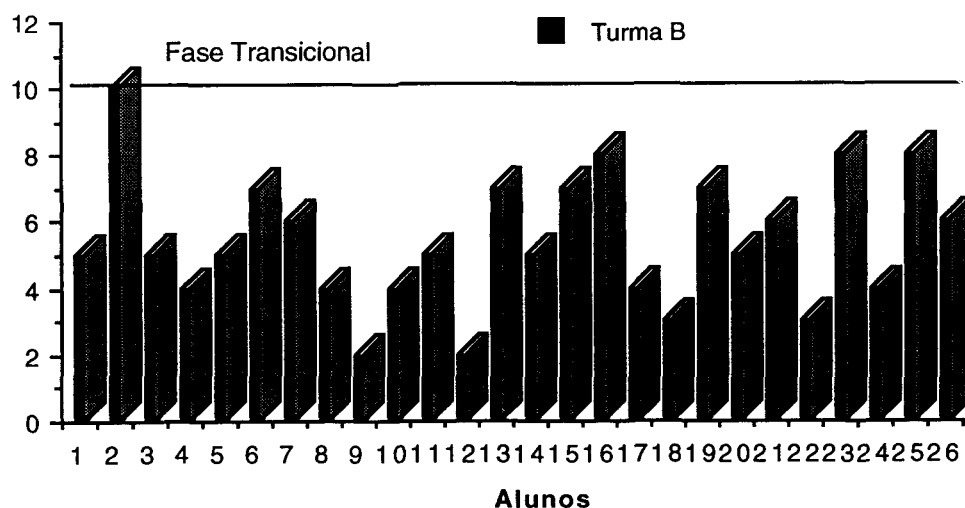
#### Resultados do questionário Galt na turma A



Para uma melhor visualização destes resultados que se apresentam no Anexo D e, conforme tinha acontecido com a turma A, construiu-se o seguinte gráfico:

Gráfico 15

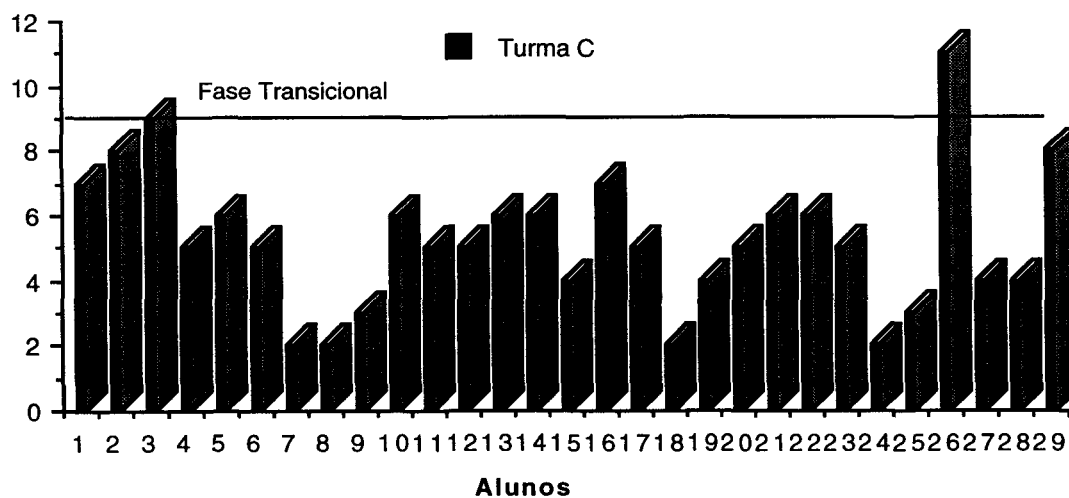
Resultados do questionário Galt na turma B



Para uma melhor visualização dos resultados que se apresentam no Anexo D e, conforme tinha acontecido com as turmas anteriores, construiu-se o seguinte gráfico:

Gráfico 16

Resultados do questionário Galt na turma C



### Leitura dos Resultados

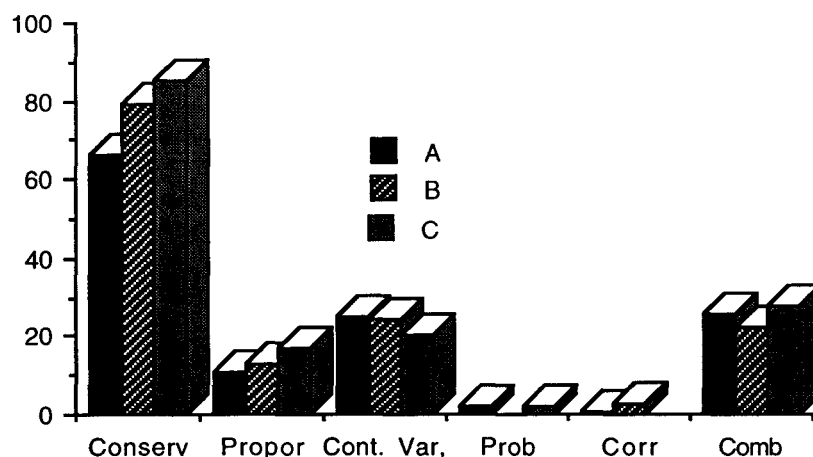
De acordo com os métodos de interpretação apresentados pelos autores deste questionário, em todas as turmas se verificou que a maioria dos alunos se encontravam no estágio das operações concretas (91.6% na turma A, 95.7% na turma B e 92.8% na turma C). Nenhum dos alunos se encontrava no estágio das operações formais. Na turma A foram encontrados, no estágio transicional dois alunos, uma rapariga e um rapaz, respectivamente com 10 e 11 pontos (8.3%). Na turma B foi encontrado uma aluna no estágio transicional com 10 pontos (3.8%) e na turma C foram encontrados no estágio transicional dois alunos, uma rapariga e um rapaz, respectivamente com 9 e 11 pontos cada (6.9%). Estes resultados eram esperados devido à idade dos alunos e às características socioeconómicas e educativas desfavorecidas das famílias a que os alunos pertenciam, o que, geralmente, não permite um grande estímulo para o desenvolvimento cognitivo.

A diferença, nos resultados totais, entre raparigas e rapazes que se encontravam na fase transicional não é conclusiva (3 raparigas e 2 rapazes).

Compararam-se os resultados obtidos nas três turmas em relação a cada operação lógica:

Gráfico 17

Comparação por operação lógica das respostas dadas pelos alunos das três turmas



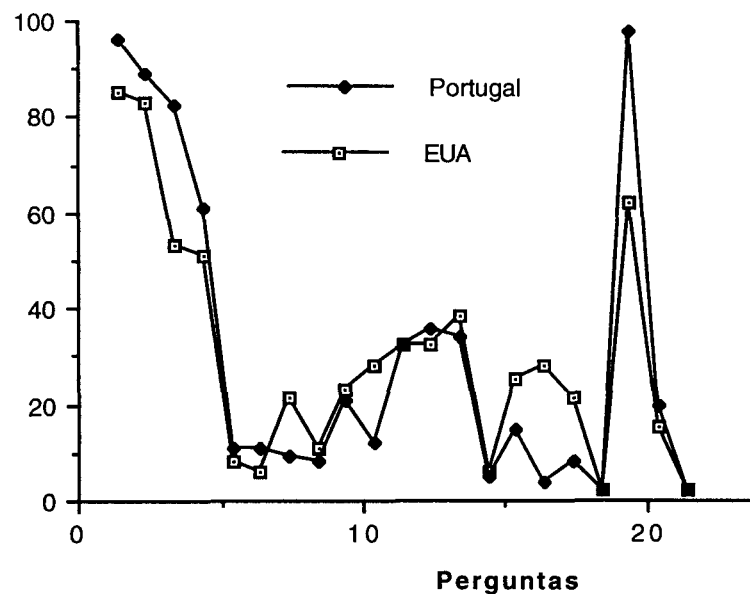
Pela análise destes resultados pode-se concluir que não se verificaram grandes diferenças entre as três turmas em cada uma das operações lógicas, contudo, é de realçar que os alunos da turma considerada pior (C), e que apresentava menor sucesso escolar, tiveram melhores resultados nas tarefas que requeriam a existência de capacidades cognitivas de conservação, proporcionalidade e combinação. O insucesso escolar que se verificava, nessa turma, não era devido a diferenças cognitivas.

Com os resultados obtidos fez-se uma comparação entre as respostas dadas, para cada pergunta, pelos alunos das três turmas com a percentagem para igual resposta apresentada no manual do questionário GALT obtida pelos alunos dos EUA, para o mesmo nível etário, encontrando-se os seguintes resultados:

Para a visualização da sobreposição dos valores obtidos no grupo que serviu de validação do teste e os valores obtidos (que se apresentam no Anexo D) pelos alunos portugueses, construiu-se o seguinte gráfico:

Gráfico 18

Comparação dos resultados médios obtidos por alunos nos EUA e os obtidos neste estudo para cada questão do questionário GALT



Ao analisar-se estes resultados pode-se verificar uma correspondência entre os resultados normalizados e os obtidos neste estudo, o que prova a validade deste teste para a população portuguesa. Os alunos portugueses obtiveram classificações superiores nas tarefas de conservação e de combinação e classificações inferiores nas tarefas de probabilidade e de correlação.

Para a análise estatística dos resultados, utilizou-se o programa "Statview". Utilizou-se um método de análise de dados paramétricos - teste  $t$  não emparelhado ("unpaired  $t$  test"). Os dados foram tratados como se fossem distribuídos normalmente entre dois grupos independentes e a variação de resultados na população fosse semelhante.

Utilizou-se o nível de significância de 0.05. Os resultados foram aproximados às centésimas. As turmas A, B e C foram comparadas sucessivamente como dois grupos independentes (A com B, B com C e A com C) e não foram encontradas diferenças estatísticas entre as três turmas. Assim:

As médias encontradas entre a turma de controlo (A) e a turma melhor (B) foram 5.08 (sd=2.43) e 5.38 (sd=1.98). As médias, estatisticamente, não diferiam significativamente,  $t(48)=-0.48$ ,  $p=0.63$ .

As médias encontradas entre a turma melhor (B) e a turma pior (C) foram 5.38 (sd=1.98) e 5.21 (sd=2.161). As médias, estatisticamente, não diferiam significativamente,  $t(53)=0.31$ ,  $p=0.753$ .

As médias encontradas entre a turma de controlo (A) e a turma pior (C) foram 5.08 (sd=2.43) e 5.21 (sd=2.16). As médias, estatisticamente, não diferiam significativamente,  $t(51)=-0.20$  ( $p=0.84$ ).

Destes resultados podemos concluir que não havia, estatisticamente, diferenças significativas entre as três turmas consideradas relativamente ao desenvolvimento cognitivo.

Devido a que os alunos se encontravam, maioritariamente, no estágio das operações concretas pode-se inferir e prever que em todas as turmas os alunos poderiam apresentar dificuldades em compreender conceitos abstractos, como é o caso do conceito de átomo. Este facto, implicou um maior cuidado nas metáforas e/ou analogias escolhidas para o estudo, em contexto de sala de aula, sendo uma preocupação dominante que a escolha da fonte fosse de natureza concreta.

## 1.4- Nível de Aptidão Verbal dos Alunos das Três Turmas

Administrou-se o questionário DAT (Bennett et al., 1982), (cf. I Parte, Cap. III), aos alunos das três turmas.

Para a correcção e interpretação dos dados seguiu-se as instruções do manual. A cada resposta certa correspondeu um ponto. A totalidade dos pontos obtida transformou-se em níveis. Construiu-se um quadro de classificações que permitiu as comparações intraindividuais, segundo uma tabela fornecida no manual, previamente validada com grupos normalizados.

Foram utilizadas as folhas de respostas destinadas à correcção manual, apresentadas pelos autores do questionário, não se utilizando as folhas de correcção computadorizada devido ao número reduzido de questionários aplicados.

Em cada coluna do quadro que a seguir se apresenta, indica-se a pontuação, o correspondente nível e a classificação baseada na tabela apresentada no manual.

## Quadro 3

Tabela Classificativa de Aptidão Verbal

Pontuação	Nível	Classificação
> ou = 95	I	Superior
> ou = 75	II	Acima da Média
< 75 e >50	III +	Média Superior
50	III	Média
< 50 e >25	III -	Média Inferior
< ou = 25	IV	Abaixo da Média
< ou = 10	IV -	
< ou = 5	V	Débil



Para uma melhor visualização dos resultados, que se apresentam no Anexo D, construíram-se os seguintes gráficos, considerando as pontuações obtidas por cada aluno de cada uma das turmas:

Gráfico 19

Aptidão verbal dos alunos da turma A

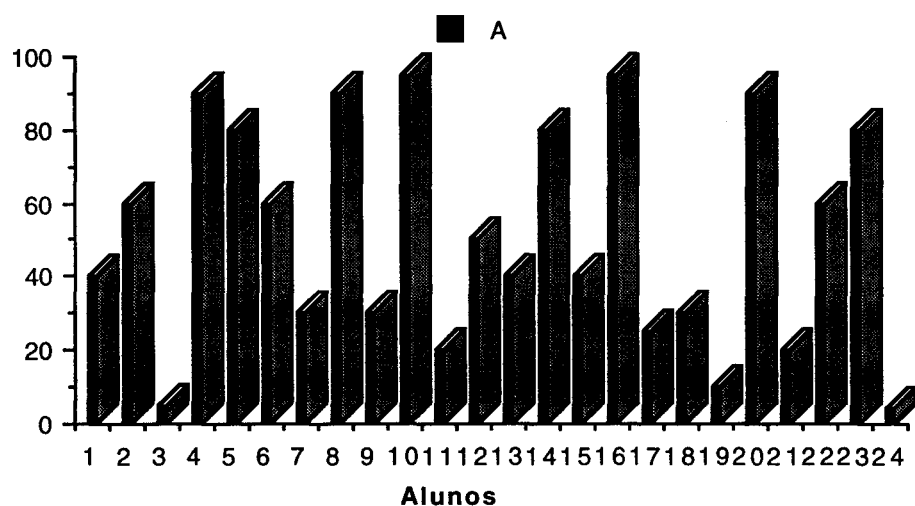


Gráfico 20

Aptidão verbal dos alunos da turma B

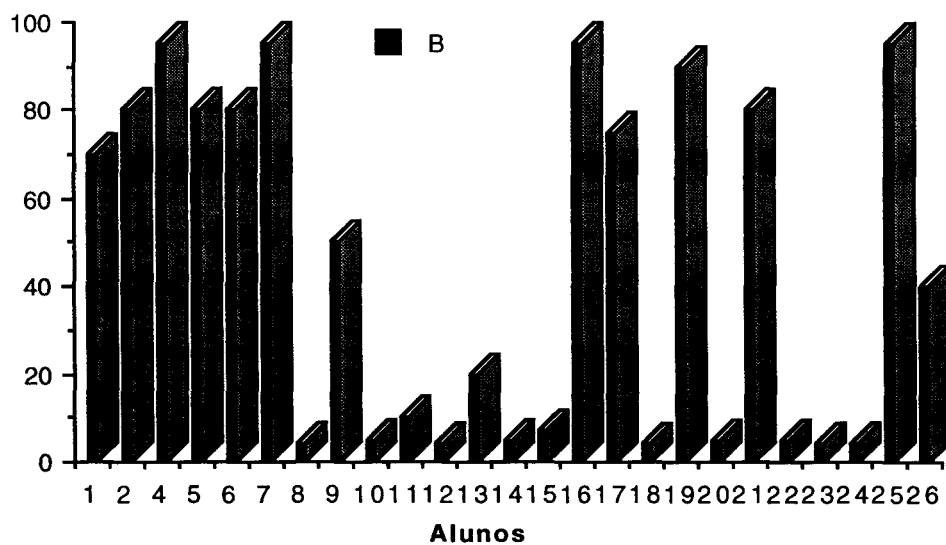
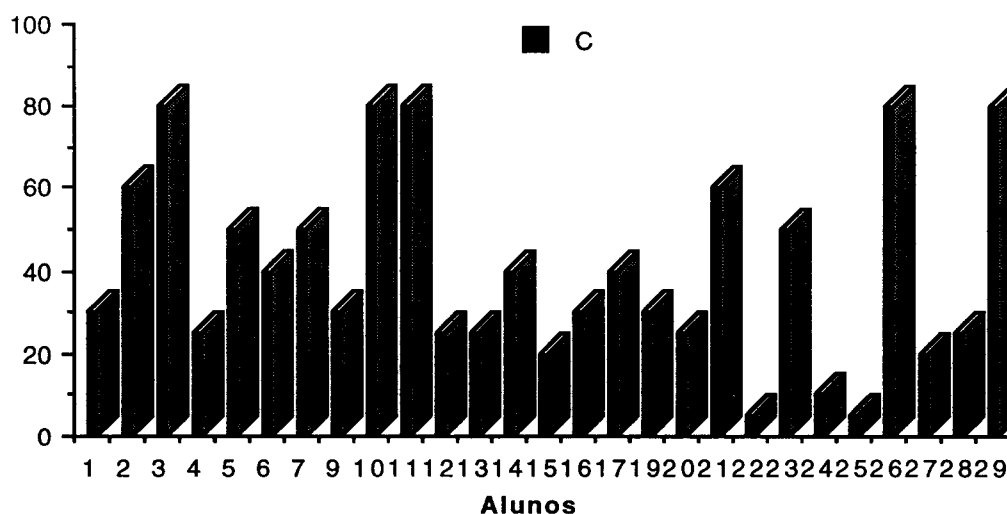


Gráfico 21

Aptidão verbal dos alunos da turma C

Para uma caracterização mais global, agruparam-se os resultados em duas categorias: (i) Aptidão verbal acima da média e superior (níveis III; III+; II; I); (ii) Aptidão verbal abaixo da média e débeis (níveis III-; IV; IV-; V). Dos resultados, assim obtidos, puderam-se comparar as turmas quanto ao número e à percentagem (aproximada às décimas) de alunos com aptidão acima e abaixo da média (considerou-se o valor médio igual a 50), resultando o quadro seguinte:

Quadro 4

Aptidão Verbal Acima e Abaixo da Média. Alunos das Três Turmas

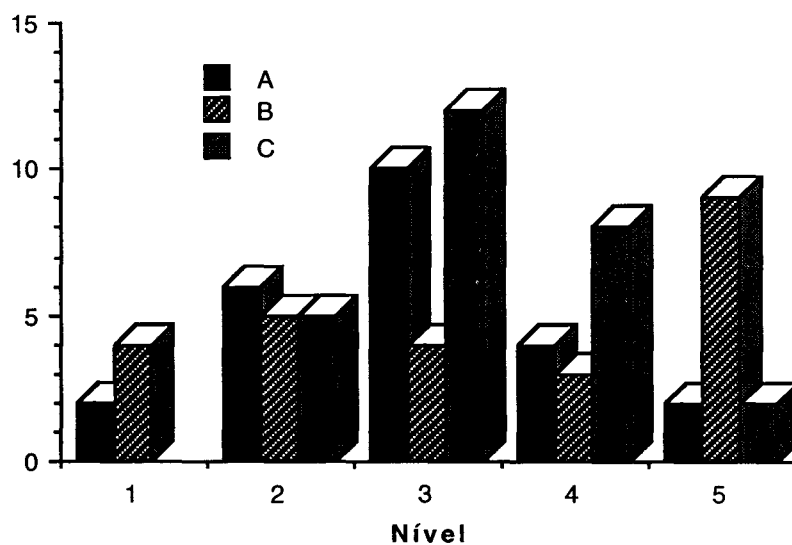
	Turma A		Turma B		Turma C	
	f	%	f	%	f	%
De média a superior	13	54.2	12	48.0	10	37.0
Média inferior a débeis	11	45.8	13	52.0	17	63.0
TOTAL	24	100.0	25	100.0	27	100.0

Agruparam-se, quanto ao número e à percentagem (aproximada às décimas), os alunos de cada turma por níveis de aptidão verbal, de acordo com o indicado na tabela do manual.

Traduziram-se visualmente os resultados (Anexo D), no gráfico seguinte tomando como referencial as frequências. Englobaram-se num só nível III os sub-níveis III-; III; III+, assim como se englobou no nível IV os sub-níveis IV e IV-.

Gráfico 22

Aptidão verbal por níveis. Alunos das três turmas



Leitura dos Resultados

Era comum às três turmas a alta percentagem de alunos que apresentavam uma aptidão verbal abaixo da média (Turma A = 45.8%; Turma B = 52.0%; Turma C = 63.0%). A turma C era o caso mais flagrante. Tendo o maior número de alunos das três turmas, apresentava somente 37,0% dos alunos com aptidão verbal acima da média não se encontrando nenhum aluno de nível superior. Este facto

poderia ser uma das causas justificativas das classificações negativas, nas diferentes disciplinas, que a turma apresentava.

A turma B apresentava só uma diferença de 2 pontos percentuais no valor total para o caso dos alunos com aptidão verbal acima da média e abaixo da média, mas se se for analisar os resultados de uma forma mais fina, pode-se concluir que era a turma que apresentava uma maior percentagem de alunos classificados como débeis (36.0%) e como superiores em aptidão verbal (16.0%). Era, portanto, a turma que apresentava uma maior amplitude de aptidões verbais entre os alunos, conduzindo a uma heterogeneidade de nível de linguagem entre os alunos.

Para a análise estatística dos resultados, utilizou-se o programa "Statview". Utilizou-se um método de análise de dados paramétricos - o teste  $t$  não emparelhado ("unpaired  $t$  test"). Os dados foram tratados como se fossem distribuídos normalmente entre dois grupos independentes e a variação de resultados na população fosse semelhante.

Utilizou-se o nível de significância de 0.05. As turmas A, B e C foram comparadas sucessivamente como dois grupos independentes (A com B, B com C e A com C) e não foram encontradas, estatisticamente, diferenças significativas entre as três turmas. Assim, a média entre a turma de controlo (A) e a melhor turma (B) era de 51.00 (sd=30.57) e 47.56 (sd=35.94). As médias, estatisticamente, não diferiam significativamente  $t(47)=0.36$ , ( $p=0.72$ ).

A média entre a melhor turma (B) e a pior (C) era de 44.08 (sd=39.04) e 40.56 (sd=23.83). As médias, estatisticamente, não diferiam significativamente  $t(50)=0.40$ , ( $p=0.69$ ).

A média entre a turma de controlo (A) e a pior turma (C) era de 51.00 (sd=30.57) e 40.56 (sd=23.8). As médias, estatisticamente, não diferiam significativamente  $t(49)=1.37$ , ( $p=0.18$ ).

Baseando-nos nestes resultados, podemos concluir que os alunos destas três turmas, estatisticamente, não diferiam significativamente em relação à aptidão verbal.

O facto dos alunos possuírem, na sua generalidade, uma aptidão verbal baixa, leva a pensar que poderiam ter dificuldades na produção, utilização e compreensão na obtenção do significado da utilização da LM.

Em síntese:

Os alunos das três turmas que participaram no estudo apresentavam, na generalidade, características que, em princípio, não facilitariam o estudo em contexto de sala de aula, nomeadamente pelo facto de: (i) terem mais idade do que a prevista para frequentarem o 9º ano o que indicia uma história de insucesso escolar; (ii) apresentarem alta percentagem de classificações negativas nos períodos escolares anteriores à realização do estudo, do que se pode formular a hipótese que já estariam desmotivados para os conteúdos a aprender; (iii) estarem na sua grande maioria no estágio das operações concretas; (iv) possuírem um baixo nível de aptidão verbal.

Estatisticamente não se encontraram diferenças significativas entre as três turmas, no que respeita ao nível cognitivo, à aptidão verbal e ao sucesso no 1º período escolar. No 2º período escolar, estatisticamente, encontraram-se diferenças significativas entre as três turmas, quanto ao sucesso escolar, sendo a turma B a melhor turma e a C a pior turma. Pode-se concluir que as diferenças

não são devidas a diferenças cognitivas, mas, provavelmente, a diferenças comportamentais na sala de aula.

Relacionando o sucesso escolar em Física-Química, a classificação em aptidão verbal e em nível cognitivo dos alunos na fase transicional, não se encontraram discrepâncias entre o nível de aptidão verbal e o nível cognitivo. Todos os alunos na fase transicional possuíam uma aptidão verbal acima da média em relação ao grupo normalizado. Todos estes alunos apresentavam classificações conducentes ao sucesso escolar como se pode ver no seguinte quadro resumo onde se apresentam, para cada aluno na fase transicional, de cada turma, as classificações do 1º e 2º períodos escolares e as classificações obtidas nos questionários DAT (aptidão verbal) e GALT (nível cognitivo).

Quadro 5

Relação entre o Sucesso Escolar em Física-Química e a Classificação em Aptidão Verbal e em Nível Cognitivo dos Alunos na Fase Transicional

	Turma A		Turma B	Turma C	
Nº de aluno	8	20	2	3	26
Sucesso	4 - 3	4 - 3	4 - 3	3 - 3	3 - 3
DAT	90	90	80	80	80
GALT	11	10	10	9	11

As unidades em que se traduzem os resultados de cada questionário e do sucesso escolar são diferentes, o que pode dar uma leitura distorcida. No entanto, acha-se útil apresentar estes resultados porque a comparação dos resultados faz realçar a uniformidade das altas classificações obtidas nos

questionários e de sucesso escolar dos alunos que se encontravam na fase transicional.

Comparando os resultados obtidos nas três turmas do estudo, parece que a turma C, que possuía um maior número de alunos, apresentava também condições mais desfavoráveis para a aprendizagem.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS PARTICIPANTES NO ESTUDO

Os doze alunos seleccionados das três turmas, onde se tinha leccionado a sequência das aulas, foram caracterizados segundo o nível etário e socioeconómico, o nível de experiências anteriores, de preferências pessoais e do meio envolvente desses alunos, de sucesso escolar, da criatividade que apresentavam e da capacidade de iniciativa e de resolução de problemas.

### 2.1- Nível Etário e Socioeconómico

Fez-se a caracterização dos alunos das três turmas, seleccionados para o aprofundamento do estudo, quanto à idade, profissão e habilitações académicas dos respectivos pais (Anexo E). A profissão dos Pais e respectivas habilitações permitiram inferir, embora de um modo grosseiro, o nível socioeconómico de cada aluno.

Os dados foram obtidos através das respostas dadas na primeira parte do questionário, aplicado, individualmente, a cada um dos alunos seleccionados.

### Leitura dos Resultados

As idades dos alunos estavam compreendidas entre os 15 e os 16 anos, portanto em correspondência com a média de idades das turmas onde se

realizou o estudo. Os alunos da turma A e B apresentavam uma média de idades de 15.5 e os alunos da turma C de 15.8 anos.

O nível etário, per se, não é um ponto relevante para indicar diferenças de aprendizagem entre os alunos seleccionados, mas é um indicador importante de atrasos em relação à idade esperada para frequentar um dado nível de escolaridade.

#### Quadro 6

##### Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Profissão dos Pais

	Pai			Mãe		
	Operário	Serviços	Comerciante	Doméstica	Operária	Serviços
Turma A	3	-	1	2	1	1
Turma B	3	1	-	4	-	-
Turma C	1	2	1	1	1	2

#### Leitura dos Resultados

As turmas A e B eram muito homogêneas quanto à profissão dos pais, apresentando a mesma percentagem (75%) de operários. Em relação à profissão das mães a turma B apresentava 100% de domésticas, o que se poderia traduzir por uma maior possibilidade de acompanhamento dos filhos em casa. A turma C apresentava um menor número de mães domésticas (25%) e uma maior dispersão de profissões de ambos os pais.



## Quadro 7

Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto às  
Habilitações Académicas dos Pais

	Pai		Mãe	
	Até 6 anos escolares	De 6 a 12 anos escolares	Até 6 anos escolares	De 6 a 12 anos escolares
Turma A	2	2	2	2
Turma B	2	2	2	2
TurmaC	1	3	2	2

## Leitura dos Resultados

Para cada aluno correspondia o mesmo grau de habilitações académicas do pai e da mãe, excepto para uma aluna da turma C, cujo pai tinha mais habilitação académica (9º ano) do que a mãe (4ª classe).

As turmas eram muito homogéneas quanto ao grau de habilitações académicas do pai e da mãe, verificando-se que o pai e a mãe de 50% dos alunos das turmas A e B possuíam a escolaridade básica e os outros 50% possuíam o ensino secundário. Na turma C verificou-se que, em relação ao pai dos alunos 25% possuíam a escolaridade básica e 75% possuíam o ensino secundário. Em relação às mães dos alunos, 50% possuíam a escolaridade básica e 50% possuíam o ensino secundário.

Pode-se considerar que, em relação ao grau de habilitações académicas do pai e da mãe, os alunos não apresentavam grandes diferenças entre si quanto ao meio em que estavam inseridos. Embora esta análise seja superficial, por só se considerar uma variável, parece que as habilitações

dos pais dos alunos não são conclusivas quanto à influência na aprendizagem dos filhos.

Em síntese:

Os alunos seleccionados para o estudo eram do mesmo nível etário apresentando só um ano de diferença entre eles. Pertenciam a famílias com baixo a médio nível de habilitações académicas, cujas profissões traduziam maioritariamente um nível socioeconómico baixo. Nenhum dos alunos pertencia a uma família que estivesse ligada a um trabalho intelectual.

## 2.2- Nível de Experiências Anteriores, de Preferências Pessoais e do Meio Envolvente dos Alunos

As categorias de análise das respostas dadas pelos alunos seleccionados foi feita seguindo estritamente as questões, quer de tipo fechado quer de tipo aberto, postas no questionário administrado aos alunos (cf. I Parte, Cap. III).

O tratamento dos dados, obtidos pelo questionário administrado aos alunos participantes no estudo e seleccionados das turmas A, B e C, encontra-se no Anexo E.

## Leitura dos Resultados

Todos os alunos das três turmas que responderam ao questionário gostavam de ouvir anedotas, havendo três alunos que cumulativamente gostavam de adivinhas. Só um dos alunos afirmou gostar de provérbios. Quanto à sua própria intervenção na produção de anedotas, provérbios e adivinhas, a situação modifica-se, pois que três dos alunos anteriormente mencionados, não gostavam de utilizar aquelas formas de linguagem, apesar de gostarem de ouvir anedotas.

De entre os alunos que gostavam de contar anedotas ou fazer adivinhas, faziam-no desde sempre, exceptuando três alunos que só o faziam recentemente. Pode-se formular a hipótese que os alunos compreendiam a LM utilizada, sendo capazes de retirar o significado não expresso que é característico deste tipo de linguagem pois todos os alunos afirmaram que gostavam deste tipo de linguagem. Esta uniformidade de gosto pela LM contraria o que é referido na literatura que afirma que existem preferências individuais pela LM dependendo do estilo cognitivo e da evolução cognitiva. Neste estudo não se testou o estilo cognitivo mas verificou-se que estes alunos se encontravam no mesmo estágio cognitivo (concreto). Quanto a gerarem ou simplesmente a reproduzirem este tipo de linguagem, já se torna uma tarefa mais difícil do que a compreensão, porque envolve características cognitivas mais desenvolvidas. Pode-se pôr a hipótese que o hábito e o treino resultantes do contacto com a linguagem figurativa, influenciam a sua utilização. É interessante referir que três dos alunos só contavam anedotas recentemente, provavelmente, devido ao seu próprio desenvolvimento cognitivo e não à utilização da linguagem figurativa no meio familiar.

A extrapolação das inferências sobre anedotas, provérbios e adivinhas para a compreensão, utilização e produção da metáfora e/ou da analogia é indirecta, dando-nos só uma indicação sobre a proximidade da compreensão da linguagem figurativa (cf. II Parte, Cap. I), onde os alunos têm de retirar um significado implícito não utilizando uma linguagem literal.

Como resposta à questão se os alunos estavam expostos a um ambiente familiar onde se usava este tipo de linguagem, sete dos alunos referiram que nas suas casas não era habitual ouvirem anedotas, provérbios e adivinhas, portanto em 58.3% dos alunos o ambiente não é estimulante neste campo.

Fazendo uma comparação dos resultados apresentados entre os considerados bons alunos e aqueles que apresentam dificuldades de aprendizagem podemos dizer que os “maus” alunos da turma A são aqueles que só recentemente começaram a utilizar linguagem figurativa, assim como um aluno da turma B. No entanto, na turma C é uma “boa” aluna que não gosta de contar anedotas.

Quanto aos hábitos da família dos alunos utilizarem a LM pode-se constatar que: na turma A, a família dos “maus” alunos não utiliza linguagem figurativa, na turma B a família de um “bom” e de um “mau” aluno utilizam. Na turma C só um “bom” aluno é que está habituado a ouvir e a utilizar a LM. Parece que a familiarização com este tipo de linguagem terá alguma influência no sucesso escolar, embora estes dados não conduzam a resultados conclusivos.

Em relação às preferências por actividades extra-escolares parece haver uma certa uniformidade entre todos os alunos. Este facto pode ser devido não só a terem sensivelmente a mesma idade e sendo característica dos adolescentes com esta idade gostarem de estar em grupo com os amigos e ouvir música mas também ao nível social e cultural semelhante a que os alunos pertenciam o que pode implicar uma mesma rotina de vida como ver televisão e ler banda desenhada. A familiarização com este tipo de leitura pode desenvolver capacidades de compreensibilidade da metáfora e/ou da analogia gráficas muito importantes para o processo de aprendizagem, porque conforme diz a literatura (cf. II Parte, Cap. II - A Metáfora, a Analogia e a Percepção) a visualização organiza a informação, relaciona a nova informação com o conhecimento preexistente, favorece um esquema conceptual, concretiza e transforma a linguagem verbal em representações perceptuais.

Todos os alunos, excepto um, gostavam de ler, sendo essas leituras, predominantemente, a banda desenhada (9 alunos), os romances (5 raparigas e 1 rapaz), os jornais (4 alunos), ficção científica (3 alunos), aventuras (1 aluno) e poesia (1 aluno). Há uma certa homogeneidade entre aquilo que lêem e o que a família em que estão inseridos lê. É de notar que só um aluno referiu que lê poesia onde a linguagem é, predominantemente, figurativa e três alunos referem o seu gosto por leitura de ficção científica, portanto ligada ao ramo da aprendizagem das ciências.

Embora não seja directa a relação entre o que os alunos afirmam sobre o gosto de ler e a certeza que realmente leiam, e se lêem não se sabe qual a frequência com que o fazem, pela explicitação do tipo de leitura que preferem pode-se inferir que todos os alunos estão expostos a uma linguagem escrita e que, portanto, estão habituados a retirar significado da informação escrita. Pode-se extrapolar destas respostas que não é por causa da metáfora e/ou da analogia estarem escritas em manuais escolares ou em fichas, que as tornam mais difíceis de compreender do que as utilizadas de uma forma oral.

Da análise destes dados parece-nos relevante o número reduzido de alunos que pretendem seguir carreiras profissionais ligadas às áreas das ciências. Este facto é devido, talvez, às dificuldades apresentadas em relação a fórmulas, exercícios e problemas que são aplicações práticas dos conhecimentos teóricos, o que nos pode levar a inferir que estes alunos estão melhor adaptados a um ensino que privilegia as teorias ou que não dominam os conhecimentos subjacentes como, por exemplo, os conhecimentos matemáticos (referido explicitamente por um aluno). Os alunos afirmam que a facilidade de compreensão está ligada a conhecimentos úteis e relacionados com o dia-a-dia

(cf. II Parte, Cap. III). Neste caso, a metáfora e/ou a analogia podem ser bons instrumentos didáticos para facilitar a aprendizagem e aumentar a motivação para o conhecimento nas áreas científicas.

É interessante a explicitação de um aluno que referiu que gostaria da disciplina se as perguntas fossem simplificadas. É uma clara referência a um desajustamento da linguagem, quer seja entre adulto e adolescente, quer seja entre discurso quotidiano e discurso científico, problemas amplamente referidos na literatura (cf. II Parte, Cap. III) como impeditivos de um ensino e de uma aprendizagem eficazes. Nesta perspectiva, considerando a primeira hipótese uma formação didáctica de professores sobre a LM e considerando a segunda hipótese a compreensibilidade do discurso científico, pela utilização adequada da metáfora e/ou da analogia, poderia obviar os problemas referidos.

É comum a todos os alunos ocuparem os tempos livres estando com amigos, além de, na generalidade, fazerem desporto, facto que não se considera relevante para este estudo. A leitura ocupava os tempos livres de 5 alunos, assim como as actividades simbólicas como a pintura e o desenho ocupavam 3 alunos. Ver televisão é também uma ocupação de tempos livres de todos os alunos, sendo considerados relevantes para o estudo, os alunos que gostavam de ver programas de divulgação científica (3 alunos) o que poderá indiciar o gosto pela aprendizagem da Ciência. Também nos programas escolhidos para serem vistos na televisão há uma homogeneidade entre os que os alunos vêem e o que a família prefere.

Encontraram-se 5 alunos que preferiam as actividades artísticas mais relacionadas com uma representação simbólica da linguagem como, por exemplo fazer teatro. O questionário não dá resposta se, relativamente ao teatro,

gostam de ver ou de o fazer, ou até se têm alguma experiência de ver ou fazer ou se é só um desejo pertencendo a um imaginário. Não é um dado conclusivo.

Em relação à perspectiva de seguir uma carreira profissional ligada à área dos saberes científicos, dos doze alunos, só 3 alunos (rapazes) afirmaram essa intenção, embora 7 alunos gostassem das aulas de Física-Química e 6 alunos gostassem das aulas de Ciências Naturais.

As razões invocadas, pelos alunos, para gostarem de Física-Química são várias, nomeadamente: *“a possibilidade de fazerem experiências”* (2 alunos); *“conhecer a história da Ciência”* (1 aluno); *“entender porque acontecem as coisas que nos rodeiam ou como funcionam as coisas”* (2 alunos); *“conhecer coisas do espaço”* (1 aluno). Apresentam em contrapartida as seguintes razões para não gostarem de Física-Química: *“não compreendo a matéria”* (3 alunos); *“não me entusiasma”* (1 aluno); *“não acho interessante”* (1 aluno); *“não são úteis para o meu futuro”* (1 aluno); *“acho difícil”* (1 aluno).

Relativamente às Ciências Naturais, as razões invocadas, pelos alunos, para gostarem da disciplina são as seguintes: *“gosto da Natureza e de a estudar”* (2 alunos); *“gosto de conhecer como são constituídos os seres vivos”* (1 aluno); *“porque fazem descobertas”* (1 aluno); *“adoro conhecer a vida”* (1 aluno); *“são aulas giras com esta professora”* (1 aluno). Apresentam em contrapartida as seguintes razões para não gostarem da disciplina de Ciências da Natureza: *“não me desperta interesse”*; *“por causa da professora”*; *“é aborrecido e complicado”*; *“não vou seguir nada que tenha a ver com a matéria”*; *“a matéria é muita, dá-se de uma só vez e tira a iniciativa”*.

As razões de gostar ou não gostar das aulas das disciplinas ligadas às Ciências pode estar ligada às dificuldades ou às facilidades que os alunos apresentam

em relação às referidas áreas do saber. Assim, em relação à disciplina de Física-Química as maiores dificuldades são: *“as fórmulas, os problemas e os exercícios”* (6 alunos); *“é confusa”* (1 aluno). Em contrapartida acham fácil na disciplina de Física-Química: *“as aulas de laboratório”* (1 aluno); *“as aulas de Química em relação à Física”* (5 alunos).

Em relação à disciplina de Ciências Naturais as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos são: *“o estudo do corpo humano e o seu funcionamento”* (3 alunos); *“saber fórmulas explicativas dos fenómenos que ocorrem na Natureza e definições”* (2 alunos); *“a matéria ser muita”* (2 alunos). Em contrapartida, acham fácil na disciplina de Ciências Naturais: *“o estudo da Natureza”* (1 aluno); *“as experiências”* (1 aluno); *“a morfologia do corpo humano”* (1 aluno); *“tudo é fácil”* (1 aluno); *“a matéria ser ligada com o dia-a-dia”* (1 aluno); *“se as perguntas forem simplificadas acho fácil”* (1 aluno). A utilização da metáfora e/ou da analogia cuja fonte seja familiar aos alunos poderá reforçar estes últimos dois pontos referidos.

Há uma grande dispersão de respostas dos alunos referentes ao gosto por uma disciplina e das dificuldades sentidas na sua aprendizagem. No entanto, a descoberta do desconhecido dando resposta ao *“porquê”* e ao *“como”* das coisas que nos rodeiam, referidos como factores importantes do gosto pela aprendizagem, poderá ser ajudada pela utilização didáctica da metáfora e/ou da analogia, pondo em confronto o mundo conhecido com o desconhecido.

É também interessante a referência, por parte de um aluno, que uma das razões de não gostar de uma área disciplinar era o facto de lhe tirar a iniciativa. Dar a possibilidade aos alunos de poderem gerar as suas próprias metáforas e/ou analogias, descobrirem os atributos/relações que são ou não transferidos,



podem ser processos de valorização da iniciativa pessoal dos alunos e o reconhecimento dos seus saberes.

Acha-se importante, numa perspectiva didáctica, a referência, pelos alunos, ao papel da professora no gosto ou não pela aprendizagem de uma determinada área científica e a referência às experiências e à utilização do laboratório como actividades que os alunos gostavam de fazer e que facilitava a aprendizagem, segundo as suas opiniões. A influência da professora como um factor que dificulta a aprendizagem poderá estar relacionada com os métodos didácticos que utiliza. Se tal for o caso, a exploração didáctica da metáfora e/ou da analogia e a seu uso com diversas funções como, por exemplo, para obter o desanuviamento do clima da sala de aula, poderá minimizar o problema.

Referência-se que só um dos alunos foi capaz de verbalizar a razão porque reprovou nos anos anteriores, autoculpando-se *“não prestava atenção e não gostava das aulas”* não explicitando quais as suas dificuldades de aprendizagem. Este facto, parece revelador de dificuldades metacognitivas.

Na opinião dos alunos a utilização dos exemplos pelos professores é uma estratégia generalizada (10 alunos), sendo uma forma de compreender melhor os assuntos quando se fazem comparações com os conhecimentos já adquiridos (9 alunos), afirmando um aluno que *“não atrasa nem adianta”*. Este aluno pode-se considerar um bom aluno, ou seja, com facilidade de aprendizagem que, provavelmente, aprenderia com qualquer estratégia didáctica.

As razões maioritárias da ajuda para a aprendizagem daquilo, a que foi chamado “exemplos” para os alunos compreenderem em linguagem vulgar que se tratava de comparações, está ligada, na opinião dos alunos, à: (i) facilidade de memorização (e.g. *“se nos lembrarmos dos exemplos é mais fácil*

*relembramo-nos da explicação verdadeira*"; *"fixo melhor"*); (ii) compreensibilidade (e.g. *"dá para entender melhor, é mais fácil compreender"*) (3 alunos); (iii) clarificação (e.g. *"esclarecem melhor as ideias"*); (iv) ligação com o familiar (e.g. *"porque a partir das coisas que já conhecemos torna-se mais fácil aquilo que está a ser explicado"*; *"dão-nos exemplos do dia-a-dia com coisas que conhecemos"*); (v) ligação com os conhecimentos anteriores (e.g. *"porque com as coisas que temos dentro da cabeça tudo fica mais simples"*; *"associo à matéria que já sei; comparando faz-me lembrar coisas que eu já sei"*); (vi) desenvolvimento das capacidades (e.g. *"podemos imaginar o que será a tal coisa que nos querem explicar"*).

Este foi um caso em que o conhecimento experiencial, sentido e vivido pelos alunos e expresso na sua própria linguagem, veio confirmar os estudos investigativos já realizados, sobre a função heurística e didáctica da metáfora e/ou da analogia.

### 2.3- Nível de Sucesso Escolar

Os dados para construir o quadro seguinte foram obtidos através da consulta das pautas com as classificações dos alunos no 1º e 2º períodos escolares imediatamente anteriores ao estudo empírico em contexto de sala de aula (Anexo D).

## Quadro 8

Classificações dos Alunos Seleccionados na Disciplina de Física-Química nos  
Períodos Escolares Anteriores ao Estudo

Turma A			Turma B			Turma C		
	1º Período	2º Período		1º Período	2º Período		1º Período	2º Período
Cátia	3	4	Flôr	2	2	Carla	4	3
Mário	4	4	Marco	2	2	Pedro	2	2
Paulo	2	2	Maria	4	4	Sara	2	2
Vera	2	2	Rui	4	4	Sérgio	4	3

Analisando estes resultados conjuntamente com as respostas, dadas pelos alunos, ao questionário que lhes foi administrado, pode-se aprofundar as respectivas experiências anteriores de sucesso escolar.

O assunto do sucesso escolar não era neutro para os alunos, mostrando estes relutância em responder às questões relativas às classificações, nas disciplinas de ciências, obtidas nos anos anteriores, refugiando-se na resposta “*não me lembro*”. No entanto, e apesar desta limitação, pode-se afirmar que, na turma A o Mário era um aluno de nível 4, nunca tendo reprovado, enquanto o Paulo e a Vera eram alunos de nível 2, já tendo reprovado em anos anteriores. A Cátia, embora no ano lectivo em que o estudo foi realizado fosse uma aluna com sucesso escolar, não respondeu à questão relativa aos anos anteriores. Na turma B, a Maria e o Rui eram alunos de nível 4 tendo obtido, por vezes, nos anos anteriores classificações de nível 5. A Flôr e o Marco eram alunos já marcados pelo insucesso escolar nos anos anteriores, esperando que lhes acontecesse o mesmo no ano lectivo em que o estudo foi realizado. Na turma C, todos os alunos responderam à questão posta sobre as classificações obtidas.

Nesta turma, o insucesso escolar era tão grande que, provavelmente, este já se tinha tornado banal, não sendo um factor discriminatório. O Pedro, que era um aluno de nível 2, nunca tinha reprovado, pois conseguia sempre no 3º período escolar atingir o nível 3. A Sara tinha uma história de insucesso escolar que se iria confirmar mais uma vez. A Carla e o Sérgio eram alunos de nível 4, atingindo, por vezes, o nível 5, tendo, no entanto o Sérgio na sua história escolar a experiência de reprovar.

Os alunos com estas características, no que se refere ao sucesso escolar, foram deliberadamente escolhidos para o estudo. Pretendeu-se que em cada turma houvesse em cada grupo de raparigas e de rapazes uma aluna e um aluno com e sem sucesso escolar.

#### 2.4- Nível de Criatividade dos Alunos Seleccionados

Foi administrado aos alunos, seleccionados das três turmas, para o aprofundamento do estudo o Teste de Pensamento Criativo de Torrance (1972) (cf. I Parte, Cap. III - Instrumentos Metodológicos).

A cotação deste teste foi realizada seguindo estritamente as normas do respectivo manual de aplicação e cotação. As instruções dadas pelo manual são extremamente pormenorizadas, apresentando casos explicativos para cada actividade. No manual são apresentadas as condições em que as respostas devem ser aceites e a cotação para cada resposta. A cotação é baseada em aspectos relacionados com a criatividade, independentemente da qualidade artística.

Os valores apresentados baseiam-se num estudo próprio feito pelos autores do manual, utilizando 500 alunos e foram determinados com base na frequência

estatística (%) do aparecimento de cada resposta. O teste foi traduzido para Português pelo Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa e validado para uma população de alunos do Ensino Secundário (Oliveira, 1992).

Os autores consideraram as definições de Guilford para os conceitos de fluência (número de ideias), flexibilidade (utilização da mesma ideia em vários contextos), originalidade (apresentação de ideias novas) e elaboração (complexidade do trabalho apresentado).

Na 1ª actividade obtiveram-se resultados para a originalidade e a elaboração e nas 2ª e 3ª actividades, além da originalidade e elaboração, obtiveram-se, também, resultados para a fluência e flexibilidade.

Como treino, anteriormente à cotação do teste propriamente dito, foram cotados no manual os exemplos apresentados e confrontados os respectivos resultados.

Posteriormente à cotação dos testes do estudo, pediu-se a um outro investigador que cotasse as respostas e confrontaram-se os resultados obtidos nas duas cotações. Esta actuação teve por base a consciencialização da subjectividade do avaliador que pode influenciar a classificação, principalmente a dos testes constituídos por questões abertas e o objectivo dessa mesma actuação foi o de minorar essa subjectividade.

No Anexo E é apresentado o tratamento dos dados obtidos em cada actividade por cada aluno individualmente, assim como a síntese do tratamento dos dados obtidos por cada aluno.

É, aqui, apresentado o quadro síntese dos resultados obtidos pelos alunos seleccionados das três turmas do estudo.

## Quadro 9

Resultados Totais Comparados de Todos os Alunos das Três TurmasTURMA A

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
Cátia	16	11	46	86
Mário	32	25	60	84
Paulo	16	12	17	19
Vera	16	13	14	41

TURMA B

Flôr	8	7	15	15
Marco	28	19	80	121
Maria	14	13	41	68
Rui	17	15	22	37

TURMA C

Carla	28	19	48	63
Pedro	20	20	34	62
Sara	31	18	65	107
Sérgio	28	20	46	52

Estes resultados foram traduzidos graficamente como a seguir se apresenta. Para a construção dos gráficos os alunos, em cada turma, foram ordenados por ordem crescente de pontuação relativamente à fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração.

Gráfico 23

Nível de fluência dos alunos seleccionados das três turmas

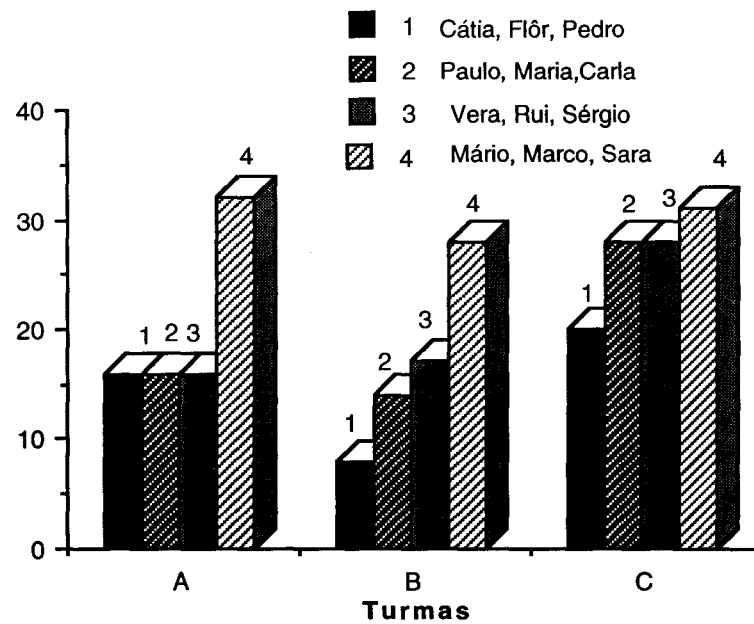


Gráfico 24

Nível de flexibilidade dos alunos seleccionados das três turmas

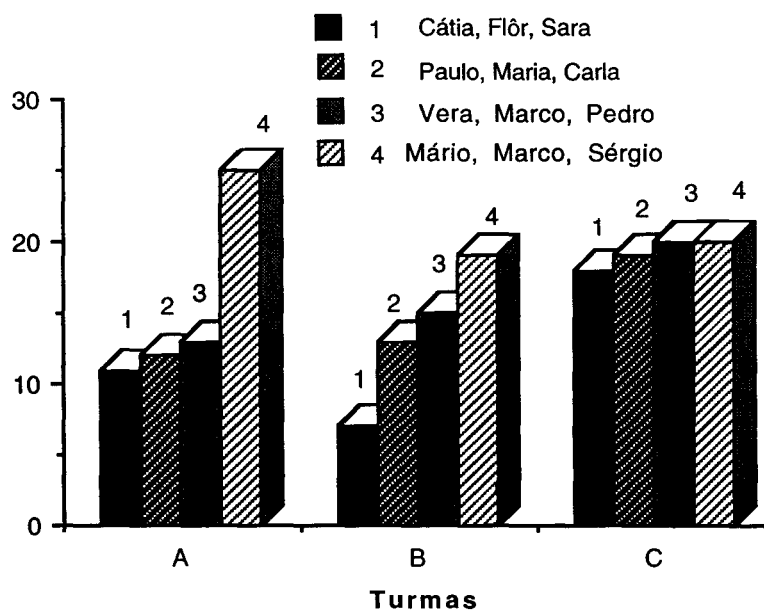


Gráfico 25

Nível de originalidade dos alunos seleccionados das três turmas

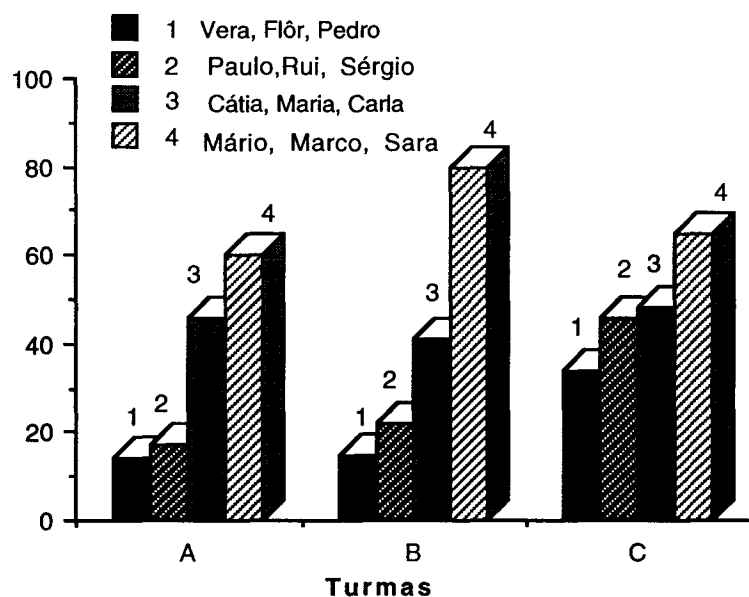
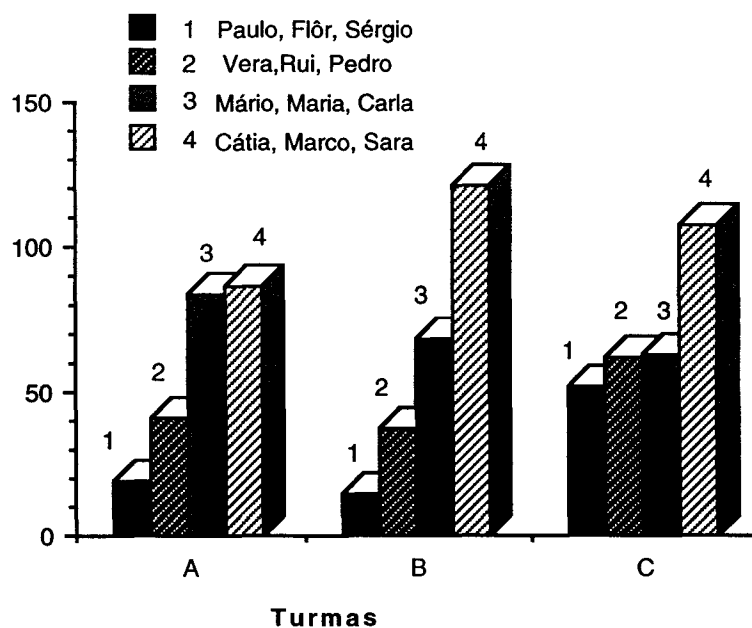


Gráfico 26

Nível de elaboração dos alunos seleccionados das três turmas





Analisando os resultados pode-se constatar que os alunos considerados da pior turma (C), sem sucesso escolar, eram, de uma forma geral, os que apresentavam maiores pontuações em fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração. Um aluno da turma C (o Marco) considerado um “mau” aluno obteve uma pontuação, relativamente à originalidade e à elaboração, superior a todos os alunos intervenientes neste estudo. Estes factos devem-se, provavelmente, à dificuldade dos alunos criativos seguirem normas, o que se traduz em dificuldades comportamentais de adaptação às regras escolares o que acarreta problemas para os professores gerirem em sala de aula. A Escola não está preparada para desenvolver a criatividade ou simplesmente para lidar com ela, acabando por penalizar com o insucesso escolar os alunos criativos. Se esta hipótese estiver correcta, pode-se concluir que o insucesso escolar da turma C não era devido à falta de criatividade, mas pelo contrário ao seu excesso não explorado nem controlado. Para estes alunos a utilização da metáfora e/ou da analogia, em sala de aula, poderia facilitar a aprendizagem, devido aos mecanismos criativos subjacentes à LM.

## 2.5- Nível Cognitivo dos Alunos Seleccionados

Os dados foram obtidos dos resultados (cujo tratamento de dados se apresenta no Anexo D) encontrados no Questionário GALT (Group Assessment of Logical Thinking), (cf. I Parte, Cap. III). Este questionário foi aplicado a todos os alunos das três turmas sendo seleccionados os alunos, para a continuação do estudo, que se encontravam no nível das operações concretas, por ser a situação mais típica verificada nas três turmas.

## Quadro 10

Nível Cognitivo dos Alunos Seleccionados para o Estudo

Turma A			Turma B			Turma C		
	Pontuaç	Class.		Pontuaç	Class.		Pontuaç	Class.
Cátia	7	Conc	Flôr	4	Conc	Carla	8	Conc
Mário	8	Conc	Marco	7	Conc	Pedro	6	Conc
Paulo	4	Conc	Maria	8	Conc	Sara	4	Conc
Vera	5	Conc	Rui	7	Conc	Sérgio	8	Conc

## Leitura dos resultados

Todos os alunos se encontravam, no nível das operações concretas, no entanto havia diferenças entre eles. Na turma A, o Paulo e a Vera obtiveram pontuações baixas assim como a Flôr na turma B e o Pedro e a Sara na turma C. Todos estes alunos eram considerados “maus” alunos. Na turma B, o Marco que era considerado, também, um “mau” aluno alcançou uma pontuação para o nível cognitivo, semelhante aos alunos considerados “bons” alunos. Parece que para estes doze alunos, e com base nestes resultados, o nível de desenvolvimento cognitivo influenciou o sucesso escolar. Pode-se inferir que os alunos menos desenvolvidos cognitivamente teriam mais dificuldades em aprenderem com a utilização da metáfora e/ou da analogia.

## 2.6- Nível da Aptidão Verbal dos Alunos Seleccionados

Os resultados que a seguir se apresentam foram obtidos das respostas dadas, pelos alunos, ao Questionário DAT (Differential Aptitude Test), (cf. I Parte., Cap. III), cujo tratamento dos dados se apresenta no Anexo D. Este questionário foi aplicado a todos os alunos das três turmas, sendo seleccionados, para a continuação do estudo, seis alunos com aptidão verbal acima da média (3

raparigas e 3 rapazes) e seis alunos com aptidão verbal abaixo da média (3 raparigas e 3 rapazes). Embora estes dois grupos de alunos apresentassem entre si diferenças ao nível de aptidão verbal, tentou-se escolher dois grupos homogêneos de modo a que a aptidão verbal não constituísse um factor determinante que influenciasse os resultados finais.

#### Quadro 11

##### Nível de Aptidão Verbal dos Alunos Seleccionados para o Estudo

Turma A			Turma B			Turma C		
	Pontuaç	Class.		Pontuaç	Class.		Pontuaç	Class.
Cátia	90	II	Flôr	5	V	Carla	60	III +
Mário	80	II	Marco	7	IV-	Pedro	5	V
Paulo	25	IV	Maria	95	I	Sara	25	IV
Vera	4	V	Rui	90	II	Sérgio	80	II

Pelo que é apresentado no quadro pode-se observar que os “bons” alunos se encontravam no nível I de aptidão verbal com excepção da Carla que apresentava o nível III+. Os alunos considerados “maus” apresentavam um nível de aptidão verbal de V (3 alunos), IV- (1 aluno) e IV (2 alunos). Para estes doze alunos parece que o nível de aptidão verbal influenciou o sucesso escolar. Pode-se inferir que estes “maus” alunos teriam tido uma maior dificuldade de aprenderem pela utilização da metáfora e/ou da analogia.

#### 2.7- Capacidade de Iniciativa e de Resolução de Problemas

Na análise do conteúdo das entrevistas (cf. I Parte, Cap. III) realizadas aos doze alunos seleccionados entre todos os alunos, das três turmas onde se realizou o estudo, recolheram-se as concepções destes sobre as suas próprias capacidades de iniciativa e resolução de problemas, com base em exemplos do

quotidiano propostos pela investigadora. O tratamento dos dados encontra-se em Anexo E.

Não se aplicou nenhum instrumento mais estruturado, como por exemplo uma ficha ou um questionário previamente elaborado, porque o objectivo a atingir era ter uma ideia global do comportamento e iniciativa de cada aluno na resolução de problemas no quotidiano e não se pretendia testar a resolução de problemas em áreas formais do conhecimento.

A justificação da análise das concepções sobre a capacidade de iniciativa e de resolução de problemas, capacidades cognitivas altamente complexas, segundo a teoria de inteligência de Sternberg (1985), baseia-se em aspectos teóricos. Por um lado, a metáfora e a analogia permitem a ligação ao mundo real e a compreensão das situações, quaisquer que sejam os contextos dos problemas, desenvolvendo a capacidade de problematizar e tomar decisões e por outro lado, a metáfora e a analogia são mais facilmente compreensíveis por quem tem estas capacidades, pois são capazes mais rapidamente de analisar os prós e os contra de um problema a que têm de dar resposta e em conformidade escolherem como actuar. Analogamente são capazes de discriminar mais facilmente as semelhanças e as diferenças entre os domínios de uma metáfora ou de uma analogia pela organização e classificação de dados, pela análise e eliminação de variáveis não relevantes e pela procura de padrões.

#### Leitura dos Resultados

A maioria dos alunos pensava que sabia resolver os problemas do seu quotidiano por si só e não se atrapalhavam em situações problemáticas, e.g. *“quando tenho uma preocupação sou desenhencilhada”*; *“não ligo muito às coisas”* (Cátia); *“normalmente não (me atrapalho com os problemas)”*

(Mário); *“quando estou um bocado nervoso posso atrapalhar-me, mas no dia-a-dia não me atrapalho nada”* (Marco). Alguns alunos referiram, no entanto, que, às vezes, têm alguma dificuldade relacionada com a complexidade do problema, e.g. *“nas coisas normais “desenrasco-me”, nas coisas difíceis atrapalho-me mais”* (Carla); *“depende do assunto. Nus casos posso desenhencilhar-me mais depressa, noutros mais devagar”* (Sara); *“alguns (problemas) resolvem-se bem, outros são mais difíceis”* (Riu). Outros alunos referiram a dificuldade com o aparecimento de situações inesperadas, e.g. *“fico um pouco atrapalhado quando acontece assim uma coisa que não estou à espera”* (Paulo); *“na altura fico nervosa, mas depois tento acalmar-me e resolver”* (Flôr).

A iniciativa para resolver os problemas era variada, podendo-se agrupar uns alunos cuja atitude era: (i) de completa incapacidade de tomar iniciativa, e.g. *“quando me está a acontecer uma coisa em vez de ir lá, fico parada, muito parva, sem saber o que fazer”, “sou do tipo que paraliso num instante”, “não sei o que fazer”* (Vera), (ii) passiva limitando-se a esperar que a situação se resolva, e.g. *“fico à espera que (alguém) apareça”* (Marco); *“espero e lá aparece alguém”* (Paulo) e outros alunos, ainda, (iii) tomavam a iniciativa, por si próprios, de resolver o problema surgido, e.g. *“tento resolver os problemas de qualquer maneira, pelo menos tento.”* (Carla); *“não há problemas, espero que alguém chegue ou então telefono”* (Maria); *“está bem, a gente está cá para ver”* (Sérgio).

É, contudo, curioso referir o caso de alguns alunos que referiram as ambições para o futuro como exemplificação de não se “atrapalharem” na resolução de problemas e não um relato de situações já passadas, e.g. *“quero seguir uma profissão ligada às ciências. Toda a gente dizia vais chumbar. Estamos cá para ver”* (Sérgio) ou *“quero ter a experiência de ser astronauta. Queria ir para a América, estudar lá na Universidade (porque sou bom) a jogar basquete”*

(Pedro). Nesta frase encontra-se novamente o conhecimento proveniente das experiências culturais anteriores que permitia a este aluno relacionar o sonho (ir estudar para uma universidade americana) com a realidade (jogar bem basquete, permite obter facilidades financeiras nas universidades americanas).

Os pais e as mães da maioria dos alunos trabalhavam fora de casa, conforme os dados já obtidos. Infere-se que, por esta razão, estes alunos estariam muito tempo sozinhos e seriam obrigados a desenvolver estratégias para resolver os seus próprios problemas, o que explica a facilidade com que encaravam os problemas do quotidiano, se exceptuarmos uma aluna, a Vera, que, também, apresentava muitas dificuldades de aprendizagem escolar.

Os alunos que afirmaram que resolviam os problemas por sua iniciativa própria pertenciam ao grupo de alunos sem problemas de aprendizagem.

Estes resultados não são conclusivos para relacionar o processo de aprendizagem, através da metáfora e da analogia, com a capacidade de resolução de problemas manifestada por estes alunos, embora pareça relevante a capacidade de tomada de iniciativa na resolução dos problemas do quotidiano.

Em síntese:

Compararam-se os resultados obtidos pelos doze alunos seleccionados das três turmas para o aprofundamento do estudo relativamente ao nível etário e socioeconómico, ao sucesso escolar, à criatividade, ao nível cognitivo e de aptidão verbal e à capacidade de resolução de problemas, para se ter uma panorâmica geral da caracterização de todos os doze alunos seleccionados das três turmas participantes no estudo.

Quadro 12

Caracterização Global dos Alunos Seleccionados da Turma A

	Idade (anos)	Socioeco nómico	Sucesso Escolar	Criativi dade	Cogn.	Apt. Verb.	Resol. Probl.
Cátia	15	Comer- Dom.	+	159	7	90	+
Mário	15	Oper- Oper	+	201	8	80	+
Paulo	16	Oper- Dom.	-	64	4	25	-
Vera	16	Oper- Serv	-	84	5	4	-

Quadro13

Caracterização Global dos Alunos Seleccionados da Turma B

	Idade. (anos)	Socioeco nómico	Sucesso Escolar	Criativi dade	Cogn.	Apt. Verb.	Resol. Probl.
Flôr	16	Serv- Dom.	-	45	4	5	+
Marco	15	Oper- Dom	-	248	7	7	+
Maria	15	Oper- Dom	+	136	8	95	+
Rui	16	Oper- Dom	+	91	7	90	-

Quadro 14

Caracterização Global dos Alunos Seleccionados da Turma C

	Idade (anos)	Socioeco nómico	Sucesso Escolar	Criativi dade	Cogn.	Apt. Verb.	Resol. Probl.
Carla	16	Serv Oper	+	158	8	60	+
Pedro	16	Serv Serv	-	136	6	5	+
Sara	15	Oper Dom	-	221	4	25	+
Sérgio	16	Comer Serv	+	146	8	80	+

Ao comparar os doze alunos intervenientes no estudo constata-se que todos têm 15 ou 16 anos de idade, pertencentes todos a famílias com o mesmo nível sociocultural. Os “bons” alunos das três turmas possuíam um nível de desenvolvimento cognitivo um pouco mais elevado do que os “maus” alunos, embora todos se encontrassem no estágio das operações concretas. O nível de aptidão verbal também era mais elevado nos “bons” alunos.

Encontraram-se discrepâncias quanto à criatividade e à resolução de problemas. Assim, três dos “maus” alunos suplantaram ou igualaram os “bons” alunos em relação à criatividade e estes mesmos três alunos parece que não tinham dificuldade de resolução de problemas do quotidiano, enquanto um “bom” aluno afirmava que os tinha. Poderá, aqui, não haver uma relação entre a criatividade e a resolução de problemas que influenciasse o sucesso escolar.

Os doze alunos, pela caracterização feita, constituíam um grupo homogéneo quanto à idade e ao nível socioeconómico. Apresentavam uma variabilidade entre os “bons” e os “maus” alunos no que respeitava ao sucesso escolar, criatividade, nível cognitivo, aptidão verbal e resolução de problemas.

### 3- A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ÁTOMO

#### 3.1- A Analogia do Modelo do Átomo de Bohr com o Sistema Solar

As respostas recolhidas de uma ficha (cf. I Parte, Cap. III) com características exploratórias, sobre as semelhanças e as diferenças encontradas nos domínios da analogia entre o nosso sistema planetário e a estrutura atómica do modelo de Bohr foram dadas pelos 74 alunos de duas turmas do 9º ano. A ficha foi administrada antes da leccionação da unidade didáctica sobre o átomo



Posteriormente, os alunos responderam a uma ficha de avaliação segundo três questões:

- (i) o que é que a ficha de diagnóstico e a discussão na aula os tinham ajudado na compreensão da estrutura atómica; (ii) que dificuldade é que sentiram no preenchimento da ficha de diagnóstico; (iii) que sugestões apresentavam para melhorar a estratégia utilizada.

A análise destes resultados conduziu ao levantamento de situações problemáticas na compreensão do conceito de átomo, pelos alunos, utilizando uma analogia. Teve, neste estudo, um objectivo exploratório para o planeamento da intervenção em contexto de sala de aula, ou seja, a leccionação da sequência de aulas subsequente.

Em cada turma numeraram-se as fichas que correspondem aos alunos respondentes. Na turma 1 foram analisadas 29 fichas e na turma 2 foram analisadas 25 fichas, correspondentes ao número total de alunos destas turmas. As respostas dadas pelos alunos às questões da ficha, encontram-se no Anexo F.

O tratamento dos dados provém da análise de conteúdo das respostas dadas, pelos alunos das duas turmas, à ficha de avaliação que lhes foi administrada, após a leccionação da unidade didáctica “o átomo”. As categorias apresentadas correspondem às questões da ficha.

#### Leitura dos Resultados

Apresentam-se algumas respostas típicas, sem carácter exaustivo, retiradas quer das semelhanças quer das diferenças que os alunos escreveram respectivamente nas duas colunas da ficha, assim como da exploração das

respostas dadas pelos alunos na aula seguinte à aplicação desta ficha, onde os professores com as turmas discutiram as respostas segundo duas linhas: (i) rever conteúdos introduzidos no 8º ano e clarificar ideias inadequadas; (ii) desenvolver os conteúdos do 9º ano sobre o modelo atómico de Bohr.

Nas categorias previamente apresentadas, as respostas foram organizadas e analisadas segundo os seguintes critérios:

(i) - atributos e relações: e.g. *“ambos os sistemas estão bem organizados”*; *“cada órbita tem o seu próprio planeta mas no átomo cada órbita tem muitos electrões”*; *“os átomos têm electrões livres que podem ser libertados”*.

(ii) - ideias erróneas: e.g. *“o Sol é amarelo mas os átomos são pretos”*; *“os planetas e os electrões estão sujeitos a grandes forças que os atraem para o meio”*; *“o Sol emite raios mas o átomo não tem luz”*.

(iii) - falta de conhecimento do domínio familiar: e.g. *“o Sol é uma luz e os átomos são coisas”*; *“os planetas giram à volta da terra e os electrões à volta do núcleo”*.

(iv) - aspectos não relevantes: e.g. *“o átomo e o Sol não são corpos vivos”*; *“as pessoas podem viver nos planetas mas não podem viver nos electrões”*.

Algumas das respostas são difíceis de categorizar, como por exemplo, *“os átomos têm núcleo e a Terra tem o Equador”*.

(v)- reacções dos alunos:

Os alunos, na grande maioria, mostraram-se motivados para responder às actividades propostas pelos professores. Este facto pode ser explicado por envolver o uso de actividades e questões que os alunos não estavam

habituaados, explorando a sua própria imaginação e por os professores terem desenvolvido as estratégias didáticas das aulas posteriores, baseados nas respostas que os alunos deram na ficha, facilitando, assim, a aprendizagem.

Estes aspectos, referenciados pelos professores ao supervisor do estágio pedagógico, estão de acordo com o que os alunos afirmam na ficha de avaliação que preencheram e.g.: *“cada vez que me quero lembrar como é o átomo eu lembro-me do Sol e dos planetas”*; *“a ficha das semelhanças e das diferenças foi fácil”*; *“no futuro deveríamos investigar o átomo desta maneira para sabermos como muda de forma”*; *“ajudou-me a clarificar as minhas ideias”*; *“não me ajudou muito a clarificar as minhas ideia sobre o átomo mas ajudou-me a lembrar-me o que já tinha aprendido”*; *“o mais difícil foi preencher as diferenças (entre o átomo e o sistema planetário)”*.

As sugestões dadas pelos alunos foram do seguinte tipo: e.g. *“antes da discussão nas aulas deveríamos trabalhar em grupo para podermos pôr as nossas ideias”*; *“começar cada assunto novo com material como esta ficha”*; *“tornar as aulas de ciências divertidas como estas”*.

Segundo a opinião dos professores, esta actividade excedeu as expectativas que tinham, mostrando-se os alunos tão entusiasmados que queriam falar todos ao mesmo tempo. Os professores tencionavam aplicar fichas como esta noutros conteúdos.

Os resultados obtidos sugerem que os atributos (diferenças e semelhanças) entre a fonte e o alvo são mais facilmente reconhecidos que as relações entre estes domínios, o que está de acordo com os resultados da investigação, pois que segundo Gentner e Toupin (1986) os alunos tendem a fazer interpretações baseadas em atributos e os adultos baseadas em relações.

Os alunos, por vezes, não souberam seleccionar os aspectos relevantes da metáfora ou da analogia utilizada, o que implica que não souberam seleccionar os aspectos que devem ou não serem transferidos. É importante sob o ponto de vista didáctico, que os professores discutam com os alunos os aspectos não relevantes, o que pode ajudá-los a discriminar os atributos e as relações entre os domínios.

Discriminar as diferenças parece ser mais difícil do que as semelhanças ou seja, as analogias negativas são de mais difícil compreensão que as analogias positivas.

Esta ficha permitiu também identificar as ideias erróneas dos alunos, por exemplo, os raios solares parecem ter, para os alunos, existência geométrica. Esta concepção pode ser reforçada pelos manuais escolares. Parece, também, que os alunos não têm ideias claras sobre a natureza das forças que os electrões sofrem e aquelas a que os planetas estão submetidos (força da gravidade). Era preciso mais tempo para clarificar esta ideia.

Os resultados mostraram ainda que, frequentemente, os alunos não estão familiarizados com o conceito da fonte. Este facto causa um grande obstáculo ao uso didáctico da metáfora e/ou da analogia, constituindo um dos aspectos que os professores têm de estar atentos antes de decidirem utilizar este tipo de linguagem, conforme está amplamente documentado na literatura de investigação já referida em capítulos deste estudo.

As metáforas e as analogias geradas espontaneamente, pelos alunos, embora apareçam, são raras, como por exemplo: “há planetas livres (cometas) e há electrões livres”.

Em síntese:

A metáfora e a analogia, quando exploradas didacticamente de uma forma interactiva, podem ser um poderoso instrumento de aprendizagem.

Parece adequado à exploração didáctica da metáfora e da analogia a discussão prévia em grupos de alunos, de modo a ajudar os professores a diagnosticarem e a compreenderem o grau de conceptualização de um determinado conteúdo e posteriormente adequarem as suas estratégias de ensino aos seus alunos reais e simultaneamente ajudar os alunos a analisarem e a avaliarem o seu próprio conhecimento (Oliveira e Cachapuz, 1992). Materiais como esta ficha parecem ser bons exemplos de recursos didácticos para os professores de ciências poderem atingir estes objectivos.

Os professores antes de utilizar uma metáfora e/ou uma analogia devem estar conscientes das respectivas potencialidades e limitações. Para isso é essencial promover a formação de professores, quer inicial quer contínua, pois como este estudo demonstrou (cf. III Parte, Cap. IV - A Metáfora, a Analogia e o Ensino) só em cerca de 1/3 dos cursos de formação inicial de futuros professores de ciências é que o assunto da linguagem metafórica é discutida e nestes casos parece ser maioritariamente focado numa perspectiva tradicional.

Este estudo permitiu o planeamento e execução das actividades de investigação em contexto de sala de aula, de uma forma mais consciente em relação às dificuldades que os alunos pudessem apresentar em face de uma analogia, assim como permitiu avaliar o impacto que este tipo de linguagem pode ter na motivação dos alunos para a aprendizagem.

### 3.2- As Aulas Leccionadas

A opção de ser a própria investigadora a leccionar as aulas foi tomada tendo em consideração que (i) a exploração didáctica da metáfora e da analogia é um ramo novo na Didáctica das ciências e, portanto, ainda desconhecido dos professores; (ii) como formadora de professores era conveniente sentir pessoalmente as potencialidades e as limitações da exploração didáctica da LM em contexto de sala de aula. Esta opção teve como consequência uma formação pessoal, em Didáctica da LM, para a função de professora e de formadora de professores aliada à da investigação.

Poderia ter-se optado por, numa primeira fase, formar os professores das turmas e numa segunda fase observar-se as respectivas aulas. Neste caso, ter-se-ia evitado os problemas de integração junto dos alunos de uma professora estranha, no fim do ano lectivo, mas não se teria tido a possibilidade de experienciar pessoalmente os problemas da prática lectiva que se levantam, quando os professores querem começar a usar a LM nas suas aulas, nem se teria podido controlar os aspectos pessoais diferenciados da actuação da sala de aula pelos vários professores responsáveis pelas turmas.

Tentou-se minorar o impacto negativo da entrada de uma professora estranha na sala de aula, tentando criar um certo conhecimento prévio, embora superficial, com os alunos, indo falar com eles esporadicamente de uma forma informal, ao longo do ano e aquando da administração dos vários testes administrados. Os inconvenientes decorrentes do estudo ter sido realizado somente no terceiro período escolar, por imperativos de programação curricular das professoras das turmas, teve como vantagem o permitir o contacto progressivo com os alunos de modo a estabelecer alguns laços relacionais.

Foram leccionadas sequências de quatro aulas em três turmas, onde numa dessas turmas (turma A) não se fez a exploração didáctica da metáfora e da analogia. Utilizaram-se a metáfora e/ou a analogia orais e gráficas. Os materiais utilizados nas aulas leccionadas que representam as metáforas e as analogias gráficas encontram-se no Anexo E do II Volume.

Seguiu-se, de uma forma genérica, a seguinte *planificação* da unidade didáctica leccionada: a) *Finalidade*: Compreender a função heurística das metáforas e das analogias para a aquisição de um conceito científico (átomo); b) *Objectivo*: Adquirir o conceito de átomo; c) *Tempo*: 4 aulas; d) *Conteúdo*: - Existência de átomos: Tamanho relativo dos átomos, Constituição do átomo, Modelos atômicos e evolução do conceito de átomos, Formação de iões; e) *Recursos*: - Transparências, fichas e material para manipulação constituídos por materiais concretos que tinham por base analogias como foi o caso da utilização de blocos de legos para a construção de elementos químicos e de substâncias simples e compostas; f) *Metodologia*: Em todas as três turmas, utilizou-se um método interactivo com base num modelo construído de exploração didáctica da LM. A discussão com os alunos, de uma forma interactiva, dos elementos a serem transferidos e a serem eliminados entre a fonte e o alvo da LM utilizada, foi uma estratégia didáctica que se usou prioritariamente; g) *Avaliação*: Os alunos elaboraram um mapa de conceitos como diagnóstico dos conhecimentos sobre o átomo e repetiram o mapa de conceitos após a sequência das aulas leccionadas. A avaliação das aulas foi realizada através da supervisão das professoras das turmas de acordo com os seguintes critérios: em relação aos alunos foi pedida a supervisão em relação às perguntas pertinentes e a comportamentos/attitudes demonstrativos de raciocínio analógico; em relação à investigadora foi pedida a supervisão em relação à linguagem utilizada; foi,

ainda, solicitada uma apreciação global relativamente às aulas (relação professor-aluno, motivação, participação e tipos de interacção, atenção e concentração nas tarefas, etc).

*Metáforas e analogias utilizadas:*

As metáforas e as analogias utilizadas provieram de várias fontes, nomeadamente da investigação, dos manuais escolares, do conhecimento próprio da vulgaridade da utilização pela generalidade dos professores e da experiência pessoal. No entanto, nesta escolha houve a preocupação de as adequar aos alunos no que diz respeito ao nível cognitivo, aptidão verbal, nível sociocultural e idade. Planificou-se cuidadosamente, para cada metáfora e analogia utilizada, o modo de exploração.

Utilizaram-se metáforas e analogias de vários tipos, previamente inseridas numa taxionomia segundo comportamentos cognitivos, nomeadamente as convencionais e as novas, assim como as analogias múltiplas, as simples e as expandidas. Nas turmas onde se fez a exploração didáctica da LM, tentou-se solicitar os alunos a gerarem as suas próprias metáforas e/ou analogias, sendo este aspecto um dos mais difíceis de ser concretizado. Quando os alunos foram capazes de as gerar, foram exploradas, discutindo-se a adequabilidade aos conceitos para os quais foram criadas.

As metáforas e analogias, classificadas segundo uma taxionomia que se construiu e que a seguir se apresenta, foram utilizadas com vários objectivos didácticos, nomeadamente como organizadores prévios, como tendo um papel motivador, para relembrar os conhecimentos anteriores, para a resolução de problemas e para a avaliação do conhecimento dos alunos. Não foram utilizadas explicitamente para o desanuviamento do clima de sala de aula, mas tiveram



implicitamente esse efeito. Mais especificamente, as metáforas e as analogias utilizadas foram:

- O átomo é uma bola maciça (Modelo atómico de Dalton); - O átomo é como um pudim de passas (Modelo atómico de Thomson); - O átomo é como um sistema solar (Modelo atómico de Rutherford); - O átomo é como uma cebola (Modelo atómico de Bohr); - O átomo é uma nuvem electrónica; - Modelo da Nuvem Electrónica: (i) os electrões são como insectos atraídos pela luz; (ii) Os electrões são como bailarinas fazendo piruetas à volta dum palco central; - Os modelos científicos são como top-models; - A descoberta do átomo foi como um filme do “Roger Rabbit” (desenho animado); - Electrão é como um garoto rebelde mas tímido; - Os electrões saltam de órbita para órbita; - Protão está sempre cativo; - Neutrão é um agente livre; - Os electrões e os protões são como namorados; - Excitação do átomo é como a excitação de uma turma de alunos; - O resultado da divisibilidade da matéria é como as poeiras resultantes do partir sucessivo de uma pedra; - A divisibilidade da matéria faz-se como a divisão das laranjas de um cesto; - As forças de atracção nos átomos são como as forças de atracção no nosso sistema planetário; - Átomos são como legos na formação das moléculas; - Átomos são como os pequenos crepúsculos de um feixe luminoso. São como soldados que se guerreiam eternamente ora juntando-se ora separando-se; - Se o núcleo atómico fosse do tamanho de uma bola de futebol, então o átomo seria do tamanho da Terra; - Mapa de conceitos são como mapas geográficos/rodoviários.

### 3.2.1- Modelo Didáctico da Utilização da Metáfora e da Analogia

Com base na conclusão retirada da investigação teórica utilizou-se o seguinte plano para a exploração didáctica da LM, que no seu conjunto forma um modelo

didáctico constituído por três fases. Este modelo de ensino precisa de ser validado empiricamente, mas pensa-se que poderá contribuir para a modificação da realidade do aluno (experiência pessoal) em linguagem científica, pois que embora seja um modelo centrado no professor, é-o só parcialmente, dando oportunidade aos alunos para desempenharem um papel intelectualmente activo possibilitando a construção do conhecimento científico.

*1ª- Fase do planeamento:*

- 1 - conhecer os alunos, nomeadamente quanto aos seus interesses, desenvolvimento cognitivo e linguístico e conhecimentos anteriores;
- 2 - escolher a LM adequada aos alunos e ao conteúdo o que implica estar consciente do objectivo para que é utilizada;
- 3 - decidir a forma de apresentação da LM, nomeadamente verbal, gráfica, etc.;
- 4 - listar os atributos/relações partilhadas;
- 5- listar os aspectos que não ficaram abrangidos pela metáfora ou analogia escolhida;
- 6 - programar analogias múltiplas para o mesmo conceito caso se verifiquem ideias erróneas;
- 7 - decidir o modo de apresentação, nomeadamente o *quando* e o *como* é apresentada na sala de aula.

*2ª- Fase de implementação:*

- 1 - apresentar o conceito alvo;
- 2 - aplicar a LM planeada;
- 3 - discutir interactivamente e de modo alargado com os alunos a LM utilizada. Indagar se são conhecidos dos alunos os atributos/relações do conceito fonte. Discutir o que é partilhado e o que não o é, utilizando várias estratégias didácticas, nomeadamente, o trabalho do grupo e o individual;
- 4 - verificar se aparecem ideias erróneas e usar analogias múltiplas ou aprofundar o contexto da LM utilizada ou ainda usar o questionamento, etc.;

- 5 - pedir aos alunos para gerarem as suas próprias metáforas e/ou analogias;
- 6 - confrontar essa LM com a proposta previamente pelo professor;
- 7 - propor nova LM para expandir o conceito alvo utilizando metáforas e/ou analogias conflituosas;
- 8 - repetir para esta nova metáfora e/ou analogia os passos 5 e 6.

### *3ª Fase da avaliação:*

- 1 - receber o “feed-back”;
- 2 - tirar, conjuntamente com os alunos, conclusões sobre o significado da LM para o conceito científico em estudo;
- 3 - traduzir a LM em linguagem científica.

Justifica-se este modelo pela importância que é dada à fase de planeamento de modo a contrariar a utilização intuitiva da LM pelos professores, a interrelação com o conhecimento prévio e as possíveis ideias erróneas dos alunos, a exploração didáctica interactiva de modo a permitir aos alunos terem tempo e oportunidade para desempenharem um papel intelectualmente activo, o estímulo aos alunos para gerarem a sua própria LM (porque pensar sistematicamente deste modo desenvolve capacidades cognitivas e pessoais), a expansão do conceito, confrontando e justapondo imagens e conceitos mais trabalhados de modo a criar uma tensão cognitiva, sintetizando e traduzindo, posteriormente, para uma linguagem científica.

### 3.2.2- Proposta de Taxionomia da Metáfora e da Analogia Segundo

#### Comportamentos Cognitivos

Como resultado da investigação teórica realizada neste estudo e para a ajuda na escolha e na exploração didáctica da metáfora e da analogia em contexto de sala de aula e na subsequente reformulação das actividades didácticas através do “feed-back” recebido, elaborou-se uma *taxionomia*, relacionando a LM com

as competências cognitivas a serem demonstradas pelos alunos, conforme a seguir se apresenta. Esta taxionomia constitui uma primeira tentativa de organização da LM relacionada com os comportamentos cognitivos que necessita de ser testada e avaliada.

Nesta taxionomia considerou-se que cada nível inclui as actividades cognitivas do nível anterior, numa linha de complexidade cognitiva. Partiu-se do pressuposto que os processos cognitivos envolvidos são comuns à metáfora e à analogia.

Com base nos resultados das leituras realizadas, decidiu-se definir dois grandes grupos da metáfora e da analogia: - as convencionais e as originais ou novas.

Esta decisão baseou-se nos conhecimentos teóricos que indicam que a LM original implica uma maior mobilização e desenvolvimento das capacidades cognitivas do que a LM convencional. Considerou-se também um gradiente no sentido da complexificação cognitiva, desde a compreensão até à produção, passando pela utilização.

Quadro 15

Proposta de Taxionomia da Metáfora e da Analogia Segundo Comportamentos Cognitivos

	NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III
Compreensão e utilização da metáfora ou da analogia convencionais.	Repetir. Duplicar. Memorizar. Identificar. Nomear. Mobilizar a percepção.	Associar. Discriminar. Classificar. Inferir. Aplicar. Utilizar o raciocínio analógico. Descobrir significados. Mapear simples. Fazer a transferência analógica.	Dar opiniões. Prever. Fazer juízos críticos. Usar o conhecimento novo. Resolver problemas.
Compreensão e utilização da metáfora e da analogia originais.	Demonstrar consciência social.	Mobilizar a imaginação e a criatividade	Apresentar pensamento divergente
Produção da metáfora e da analogia originais.			Avaliar. Fazer o mapear complexo.

Esta taxionomia pode ter dois níveis diferentes de aplicação conducentes à aprendizagem, mantendo, contudo, os mesmos comportamentos cognitivos. Um desses níveis verifica-se quando os alunos se encontram no nível das operações

concretas. Neste caso, a fonte da metáfora ou da analogia utilizada *deverá ser* concreta. O outro nível verifica-se quando os alunos se encontram no nível das operações formais. Neste caso, a fonte da metáfora ou da analogia utilizada já poderá ser abstracta.

### 3.3- A Avaliação das Aulas Leccionadas

Na avaliação das aulas leccionadas envolveram-se os intervenientes mais directamente ligados com esta fase da investigação, ou seja, os alunos das três turmas que tinham sido seleccionados para o aprofundamento do estudo e as professoras dessas turmas.

#### 3.3.1- Avaliação das Aulas Feita pelos Alunos

Com base na análise do conteúdo das respostas dadas nas entrevistas pelos doze alunos seleccionados entre todos os alunos das três turmas onde se realizou o estudo, fez-se a avaliação das aulas, segundo as seguintes categorias:

- (i) - as diferenças em relação às aulas anteriores ao estudo, para obter uma avaliação global das aulas leccionadas;
- (ii) - os aspectos que tivessem sido mais significativos para os alunos;
- (iii) - o impacto da linguagem utilizada.

### Leitura dos Resultados

#### Diferenças em relação às aulas anteriores

As entrevistas aos doze alunos seleccionados, pertencentes às três turmas, realizaram-se um mês após ter terminado o estudo em contexto de sala de aula. Todos os alunos ainda se lembravam das aulas leccionadas por estas: “*serem diferentes*” (Carla); “*serem interessantes*” (Rui); “*nunca tinha tido aulas assim*”

(Vera). As razões invocadas não estavam exclusivamente relacionadas com a *“professora era outra”* (Carla) e *“faz bem mudar”* (Sara), com o aparato audiovisual montado, e.g. *“tinha aquela câmara”* (Marco), nem pelo local, e.g. *“foram diferentes do normal apesar de ser dentro de uma sala de aula”* (Sérgio), mas também pela aprendizagem conseguida, e.g. *“ficámos a compreender melhor aquilo dos átomos”* (Flôr); *“fiquei com uma ideia mais actual do que é o átomo do que nos outros anos”* (Vera); *“ajudou a perceber melhor aquilo tudo dos átomos”* (Paulo); *“foi mais pormenorizado”* (Cátia).

Todos os alunos entrevistados gostaram das aulas por várias razões como: pelo o aprofundamento dos conteúdos, e.g. *“nunca tinha falado do átomo tão especificamente”* (Pedro); pelos conteúdos estudados, e.g. *“a matéria era outra. Gosto mais de Química”* (Carla), por reverem conhecimentos anteriores, e.g. *“gostei. Pude recordar com calma aquilo que eu tinha esquecido”* (Marco); *“já tinha estudado isso (a constituição do átomo) por isso prestei mais atenção”* (Carla), pelos materiais utilizados, e.g. *“os desenhos eram “curtidos”* (Paulo); *“foram (aulas) giras com os acetatos, com aqueles bonequinhos (...) gostei daqueles bonequinhos e aquelas lutas”* (Sérgio); *“nós utilizamos acetatos mas raras vezes”* (Maria); *os acetatos e as fichas serviram para aprofundar as coisas sobre o átomo”* (Rui), pela linguagem utilizada e.g. *“algumas coisas foram diferentes, como as comparações”* (Carla), pelo método utilizado e.g. *“a maneira de explicar, os exemplos dados, era diferente do normal”* (Sérgio); *“a maneira de ensinar era diferente”* (Rui); *“achei o método de ensino muito lento”* (Maria); *“sim, gostei de aprender o átomo através da sua História”* (Vera) e pelo clima vivido nas aulas e.g. *“foram aulas divertidas”* (Paulo); *“estava mais à vontade”* (Mário). A facilidade de compreensão foi um factor referido pela maioria dos alunos e.g. *“achei fácil; gostei.”* (Cátia); *“era mais fácil”* (Mário).

### Aspectos mais significativos

É interessante referir que duas alunas acharam que o aspecto mais significativo da sequência das aulas foi ter compreendido a evolução do trabalho dos cientistas e a importância para a evolução da ciência do trabalho em equipa, e.g. *“foram diferentes cientistas que foram descobrindo ao longo do tempo, ao passo que o modelo da nuvem electrónica não foi só um. Juntaram-se para descobrir, para pesquisar”* (Sara); *“foi como surgiu o átomo, desde a primeira etapa até agora”* (Vera).

Outros aspectos relevantes foram: a actividade da construção de mapas de conceitos, a que chamaram “fichas”; a ligação aos conhecimentos anteriores, e.g. *“já tinha estudado isso (...) por isso prestei mais atenção”*; e a actividade ligada ao poder de tensão cognitiva que a metáfora e a analogia provocam *“tínhamos de adivinhar o que aqueles desenhos queriam dizer e aqueles exemplos todos”* (Paulo).

### Impacto da linguagem utilizada

Intencionalmente as aulas foram realizadas em contexto formal típico, de tal modo que no início das entrevistas alguns alunos não se tinham apercebido da diferença da linguagem, e.g. *“nada de especial, a linguagem era a que a gente percebe. Não eram palavras caras”* (Vera); *“a linguagem foi mais ou menos normal, como as professoras explicam”* (Carla); ou *“não notei nada de diferente”* (Pedro). Pode-se comprovar mais uma vez que os professores utilizam metáforas e analogias nas suas rotinas de ensino. No entanto, depois de ser chamada a atenção para as metáforas e as analogias utilizadas durante as aulas, a reacção foi de rápido reconhecimento que a linguagem tinha sido diferente, fazendo os alunos espontaneamente a respectiva avaliação e.g. *“gosto de ouvir falar, que*



*dêem exemplos porque a gente relaciona mais as coisas do que estar a escrever e o professor a falar e a gente não percebe nada* (Vera); *“podíamos falar, comparar e perguntar enquanto se fosse só escrita nós registávamos tudo no caderno”, “para estudar é melhor” (Marco); “Podia falar”(Paulo).*

Para alguns alunos foi, desde o início, notória a diferença da linguagem, e.g. *“a maneira de explicar os exemplos dados era diferente do normal”* (Sérgio); ou *“a linguagem foi ligada ao que falamos no dia-a-dia”* (Sara). A maioria dos alunos que se referiram à linguagem como sendo diferente do “normal” eram considerados “bons alunos”. Pensa-se que isto é um pouco discrepante, pois os alunos com dificuldades de aprendizagem deveriam ser mais motivados por este tipo de linguagem. Interpreta-se o facto ligando-o à desmotivação global que apresentavam ligada às actividades escolares.

Em síntese:

É significativa a consciência demonstrada pelos alunos sobre a importância da linguagem utilizada para a compreensão dos conceitos: e.g. *“(os bonequinhos) ajudaram-me a compreender melhor o que não se pode ver”* (Sérgio), *“(as comparações) acho que facilitam, por exemplo, nós vimos as imagens, podemos captar melhor no nosso cérebro”, “percebi tudo bem”; “(as comparações) fizeram com que eu percebesse melhor”* (Marco), *“as (comparações) acho que ajudaram porque a partir de coisas simples a gente consegue compreender melhor”* (Flôr), *“ficamos logo com a ideia na cabeça”* (Pedro); *“sim (fiquei a saber melhor com as comparações)”*; a ligação aos conhecimentos anteriores, e.g. *“pude recordar com calma aquilo que eu tinha esquecido”* (Marco), *“já tinha estudado isso (a constituição do átomo) por isso prestei mais atenção”* (Carla); a capacidade de memorização através da metáfora e da analogia, e.g. *“lembrava-me dos*

*exemplos e era mais fácil lembrar-me do que queria*” (Paulo), *“passados estes dias ainda me lembro”* (Sérgio), *“ajudam (as comparações) uma pessoa a decorar”* (Cátia), ou *“lembrava-me do volte face e lembrava-me logo do outro esquema”* (Cátia). No entanto, um “bom” aluno, o Mário afirmou que *“para mim era igual, mesmo com ou sem comparações eu compreendia bem”*.

O método utilizado foi, também, sentido como relevante porque esteve ligado à História do átomo, à compreensão do trabalho de equipa dos cientistas e à possibilidade dos alunos poderem falar, comparar e perguntar, e.g. *“podia falar”* (Paulo), *“podíamos falar comparar e perguntar enquanto se fosse só escrita nós registávamos tudo no caderno”*, *“para estudar é melhor”* (Marco). No entanto para a Maria, uma “boa” aluna o método utilizado *“foi muito lento”*.

Pensa-se que seja, também, relevante que um “mau” aluno da turma, em que não se fez a exploração didáctica das metáforas e das analogias utilizadas, tenha achado as aulas divertidas por ter de adivinhar o significado dos “exemplos” apresentados. Este aluno apreciava a tensão cognitiva criada.

Considera-se, também, significativo que a referência aos conteúdos seja mencionada pelos “maus alunos” como sendo um factor importante que diferenciava as aulas leccionadas das aulas habituais. Pode-se inferir que compreenderam esses conteúdos, o que provavelmente não acontecia normalmente e.g. *“gostei e o átomo não é assim tão difícil de perceber”* (Paulo).

Todos os alunos referiram que gostaram das aulas e que foi fácil a compreensão dos conteúdos tratados, o que se acha também significativo se tivermos em conta a alta percentagem de insucesso escolar e de desmotivação dos alunos.

### 3.3.2- Avaliação das Aulas pelos Professores das Turmas

As duas professoras decidiram fazer um documento comum de avaliação da sequência das aulas nas três turmas. Apresentaram, pois, um documento escrito global, embora se referissem às turmas ou a alunos das turmas em particular, quando acharam necessário uma exemplificação das suas ideias (Anexo G).

Tinha-lhes sido proposto, por terem estado sempre presentes em todas as aulas, o preenchimento de uma ficha de observação para cada aula (Anexo C - II Vol) e alguns critérios de avaliação dessas aulas (Anexo G). As professoras consideraram a ficha “muito difícil” de ser preenchida, segundo as suas próprias palavras, resolvendo-se então optar por um documento global, onde entraram os critérios propostos de avaliação das aulas, embora de uma forma simplificada e reformulada. Interpreta-se esta relutância em preencher a ficha como falta de treino em fazer registos de observações de aulas e à dificuldade das professoras em se distanciarem para poderem escrever o que se estava a passar com os seus próprios alunos. A escolha dos professores avaliarem o trabalho realizado na leccionação das aulas de uma forma global, e não seguindo os critérios propostos, interpreta-se, também, como sendo um facto demonstrativo de uma certa insegurança de estarem a avaliar aspectos relacionados com a linguagem e mais especificamente com a metáfora e a analogia, assuntos que, provavelmente, não dominavam.

As professoras mostravam uma certa ansiedade relacionada com o desejo que os seus alunos se portassem bem, quer no que respeitava à demonstração dos conhecimentos anteriores, quer no que respeitava ao comportamento. No entanto, elas próprias tinham uma má imagem da generalidade dos alunos,

queixando-se por diversas vezes do nível de conhecimentos e do comportamento demonstrado na sala de aula pelos alunos das turmas.

O documento de avaliação apresentado pelas professoras, que se anexa (Anexo G), é bastante sintético e formal e menos rico do que se tivesse sido elaborado de uma forma mais espontânea e emocional, traduzindo as impressões e reflexões do momento, sem ter passado pela autocensura conducente a um documento escrito para ser apresentado. No momento em que se verificou ter sido recusado, pelas professoras, o preenchimento da ficha de observação para cada aula, talvez tivesse sido mais eficaz ter-lhes feito uma entrevista, substituindo, assim, o documento de avaliação escrita. Podem-se, contudo, tirar algumas conclusões sobre a opinião das professoras sobre as aulas leccionadas. Assim, para as professoras das turmas onde o estudo foi realizado, as aulas utilizando a metáfora e/ou a analogia foram:

- adequadas aos conceitos; relembrou conhecimentos anteriores; acessíveis aos alunos; motivadoras (fora da rotina); participativas, mesmo para alunos que habitualmente não participavam; geraram clima agradável na sala de aula; provocaram a atenção dos alunos, o que se traduziu pela minimização de problemas comportamentais.

Apesar destas vantagens, que enumeraram, estava implícito no discurso apresentado que consideravam que se tinha vivenciado, nas aulas, uma situação extraordinária que teria dificuldades em ser reproduzida numa situação de rotina, devido sobretudo a dois constrangimentos, a falta de tempo e a falta de recursos.

A presença das professoras nas aulas teve um efeito formativo, demonstrado pela intenção expressa de reflectirem sobre a importância dos materiais

utilizados para a aprendizagem e no aprofundamento (iniciação?) do estudo da metáfora e da analogia no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física-Química.

### 3.4- A Aprendizagem do Conceito de Átomo

A avaliação da evolução do conhecimento dos alunos sobre o conceito de átomo foi baseada na execução de mapas de conceitos (cf. I Parte, Cap. III), representando graficamente o conhecimento que o aluno possuía, antes e depois da sequência das aulas leccionadas. Fez-se, posteriormente, a análise, a classificação e a interpretação das modificações encontradas nesses mapas nas duas situações referidas. Na elaboração e reelaboração dos mapas de conceitos pretendeu-se interpretar o dinamismo da aprendizagem conseguida e a complexidade cognitiva obtida. Nas entrevistas posteriores procurou-se interpretar o processo reflexivo desenvolvido por cada um dos doze alunos seleccionados das três turmas.

Neste estudo, a opção de usar mapas de conceitos como um instrumento de investigação foi baseada no pressuposto que a construção de mapas de conceitos, embora não dando indicações sobre o processo cognitivo seguido pelos alunos, representa as redes conceptuais e, portanto, a organização e estrutura cognitiva do aluno. Assim, o objectivo de usar um pré-teste foi como diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de átomo, pois que este conhecimento influencia o que os alunos vão aprender, e um pós-teste foi o de examinar a influência da utilização da metáfora e da analogia na aquisição e na mudança conceptual do conceito de átomo. Outro objectivo de usar um pré-teste e um pós-teste relaciona-se com a comparação, as representações estruturais cognitivas dos alunos, antes e depois da sequência

de aulas. A hipótese de investigação que se formulou estava ligada com a possibilidade de detectar mudanças na representação do conceito de átomo e que no pós-teste essa representação seria mais completa e consequente com a noção de átomo aceite pela comunidade científica.

A análise e classificação dos mapas de conceitos foi realizada segundo as recomendações expressas por Novak e Gowin (1984) no livro “Learning How to Learn”.

Considerou-se que as relações entre conceitos deveriam estar expressas por palavras de ligação apropriadas. Não se retiraram as relações que pareciam ambíguas, pois haveria a possibilidade de serem esclarecidas nas entrevistas a realizar posteriormente. Considerou-se, ainda, que os mapas deveriam ser hierárquicos, incluindo os segmentos laterais como níveis hierárquicos quando os mapas não se apresentavam de uma forma simétrica.

Classificaram-se as relações entre conceitos e os exemplos com a mesma pontuação de 1(um) ponto. Os exemplos foram classificados com 1 ponto por serem, geralmente, fáceis de obter e não indicarem, claramente, se houve aprendizagem significativa. Classificaram-se os níveis hierárquicos com 4 (quatro) pontos e as relações cruzadas entre dois ou mais conceitos com 10 (dez) pontos. Esta classificação elevada valorizou a relação entre vários conceitos ou seja a demonstração da estruturação conceptual e consequente complexificação do pensamento resultante de uma aprendizagem significativa.

Os mapas de conceitos, elaborados pelos doze alunos seleccionados nas três turmas do estudo, encontram-se no Anexo D - II Vol.

Como a análise das representações dos conceitos pelos alunos envolve juízos sobre a proximidade ou afastamento de mapas estandardizados, solicitou-se a elaboração de mapas de conceitos, relacionados com os conhecimentos que os alunos da 9º ano deveriam dominar, a uma professora universitária especializada em Didáctica da Química (perita) e às professoras que cederam as turmas para o estudo e que elaboraram em conjunto um só mapa. Analisou-se, também, um mapa de conceitos apresentado num manual escolar (Fiolhais et al., 1995) para o 9º ano de escolaridade, no início da 1ª unidade didáctica “Como é a matéria: ligações e quantidades” (p.12), Apresentam-se, no Anexo D - II Volume, estes três mapas de conceitos.

Por se achar que o trabalho executado pelos professores não era verdadeiramente um mapa de conceitos e o apresentado pelo manual não correspondia à situação típica de ensino na sala de aula, optou-se por só se considerar o mapa de conceitos elaborado pela perita (formadora de professores), cuja pontuação serviu de padrão para ser comparada com as pontuações obtidas pelos alunos. A pontuação obtida no mapa de conceitos elaborado pela perita foi de 105 pontos.

Para a análise do mapa de conceitos elaborado pela perita, seguiram-se os mesmos procedimentos seguidos para a análise dos mapas de conceitos elaborados pelos alunos.

#### Quadro 16

##### Resultados do Mapa de Conceitos Elaborado pela Perita

Relações		Rel. Cruzadas		Hierarquia		Exemplos	
f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.
28	28	4	40	8	32	5	5

Total da pontuação =105

#### 3.4.1- O Conceito Prévio de Átomo

Utilizaram-se os mapas de conceitos como instrumentos de recolha de dados, antes da sequência de aulas. O pré-teste foi proposto para se analisar os conhecimentos anteriores que os alunos possuíam sobre o conceito de átomo. Partiu-se dos pressupostos que: (i) o conhecimento anterior estabelece fronteiras que identificam o papel único da informação nova, integrando-a ou rejeitando-a; (ii) um mapa de conceitos descreve não só a estrutura do conhecimento relacionado com a compreensão de uma área, mas também indica a representação interna de um conjunto de conceitos que o aluno possui; (iii) para a aprendizagem significativa é um factor chave a grelha de conceitos relevantes ou afirmações que o sujeito já possui.

#### 3.4.2- O Conceito de Átomo Após a Sequência das Aulas

Os alunos elaboraram novo mapa de conceitos depois da leccionação da sequência de aulas, servindo estes como instrumento de avaliação para examinar as novas estruturas conceptuais dos alunos. Partiu-se do pressuposto que crescimento conceptual e aprendizagem não são só uma expansão de factos e conceitos interrelacionados, mas uma modificação do próprio conhecimento anterior que permite criar um clima cognitivo para descobertas novas. Esta perspectiva baseia-se na psicologia de Ausubel (1968) e nas concepções de assimilação vindas da psicologia cognitiva.

Assim, com esta feitura dos mapas de conceitos pré e pós sequência de aulas pode-se avaliar o grau de aprendizagem pela verificação de como novos conceitos e relações conceptuais estavam ligadas com os conhecimentos preexistentes e também a complexidade da sua estrutura.



### Leitura dos Resultados

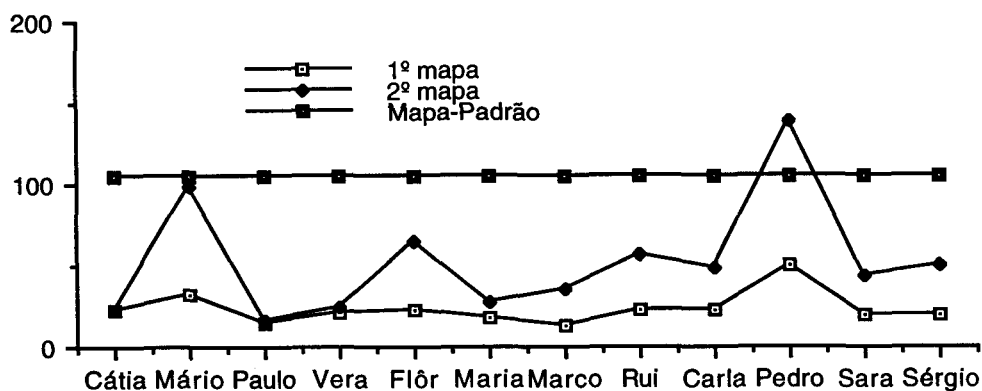
Pode-se afirmar que em todas as turmas houve aprendizagem porque todos os alunos melhoraram os seus resultados como se pode observar no gráfico seguinte. Essa aprendizagem ocorreu de forma diferenciada em cada uma das três turmas.

É bem visível, no gráfico seguinte, que todos os alunos aprenderam pois melhoraram os seus resultados, sendo, também, bem visível que os alunos da turma A, onde não se explorou didacticamente a LM, são aqueles que apresentam pouca diferença entre o 1º e o 2º mapa de conceitos. Só num aluno (Mário), considerado “bom aluno”, se verificou grande diferença entre o 1º e o 2º mapas de conceitos efectuados.

Achou-se relevante comparar, graficamente, os resultados obtidos por todos os alunos do estudo, quer no 1º mapa de conceitos, quer no 2º mapa, com o resultado padrão.

Gráfico 27

Comparação dos resultados obtidos no 1º e no 2º mapas de conceitos elaborados pelos alunos seleccionados das três turmas com o resultado padrão



Para uma análise mais detalhada analisou-se estatisticamente os resultados finais obtidos pelos alunos ao elaborarem o 1º e o 2º mapa de conceitos. Para cada uma das três turmas compararam-se os resultados obtidos no primeiro e no segundo mapa de conceitos elaborados pelos quatro alunos seleccionados por turma.

Usou-se o programa Statview. Considerou-se o nível de significância de 0.05. Os resultados finais dos mapas de conceitos foram tratados como uma escala ordinal. Usou-se o teste não paramétrico Wilcoxon, considerando os resultados emparelhados dentro do mesmo grupo.

Para todas as turmas para quatro resultados emparelhados o  $Z = -2$  e o  $p = 0.068$ . Destes resultados pode-se concluir que, estatisticamente, nas três turmas não foi significativa a aprendizagem entre o 1º e o 2º mapa. Estes resultados provêm desta análise estatística ter sido baseada num número insuficiente de alunos (4 por turma) e o teste só se tornar realmente de confiança com pelo menos 5 sujeitos.

Tem-se pois de recorrer a uma análise mais fina e interpretativa, já que é visível que a exploração didáctica da LM em sala de aula teve efeitos na complexificação do conceito de átomo, nos alunos das turmas B e C, sendo, contudo, os resultados obtidos na turma C mais visíveis que na turma B.

Se se analisar a diferença de pontuação obtida entre o 1º e o 2º mapas de conceitos, entre os “bons” alunos e os “maus” alunos, pode-se verificar que houve pouco aumento de aprendizagem em alguns alunos considerados “bons”, como a Cátia (1 ponto), a Maria (11 pontos), a Carla (26 pontos) e um grande aumento nos considerados “maus alunos”, como a Flôr (42 pontos), o Marco (22

pontos), o Pedro (89 pontos) e a Sara (25 pontos). Este facto não exclui os casos dos “bons” alunos que obtiveram uma diferença de pontuação que leva a concluir que houve aprendizagem significativa, como o caso do Mário (66 pontos), o Rui (34 pontos) e o Sérgio (31 pontos) e o inverso, ou seja, os “maus” alunos não terem tido uma aprendizagem significativa, como o Paulo (1 ponto) e a Vera (3 pontos). É de realçar que estes dois alunos e a Cátia (1 ponto), que se distinguiram pela baixa diferença de pontuação obtida entre o 1º e o 2º mapas, pertencem, todos, à turma A onde não foi feita a exploração didáctica da metáfora e da analogia utilizadas nas aulas.

Analisando os casos individuais, alguns dos alunos considerados “maus” apresentam pontuações de maior amplitude entre o 1º e o 2º mapa de conceitos do que os alunos considerados “bons”.

É de realçar, por ser demonstrativo do que se afirma, o caso de Pedro (89 pontos) da turma C que ultrapassou em larga escala a pontuação de todos os alunos e mesmo o valor padrão, portanto, o que se esperava que aprendesse sobre o conceito de átomo, ou o caso da Flôr (42 pontos) da turma B que ultrapassou a Cátia (1 ponto), a Maria (11 pontos), a Carla (26 pontos), o Rui (34 pontos) e o Sérgio (31 pontos), todos eles considerados “bons” alunos.

Acha-se relevante analisar as categorias da análise, principalmente as relações cruzadas que se encontraram, pois demonstram a complexificação das redes conceptuais pelo relacionamento entre os conceitos e são o maior indicador de ter ocorrido aprendizagem significativa. Nesta perspectiva, pode-se observar, nos gráficos que em seguida se apresentam, que todos os alunos da turma C fizeram interrelações entre conceitos, realçando-se o caso do Pedro com 7 relações entre conceitos e na turma B a Flôr, considerada uma “má” aluna que

também interrelacionou conceitos. Na turma A só o Mário, um “bom” aluno, é que o conseguiu fazer.

Gráfico 28

Resultados por categoria de análise obtidos no 1º mapa e no 2º mapa de conceitos pelos alunos seleccionados da turma A

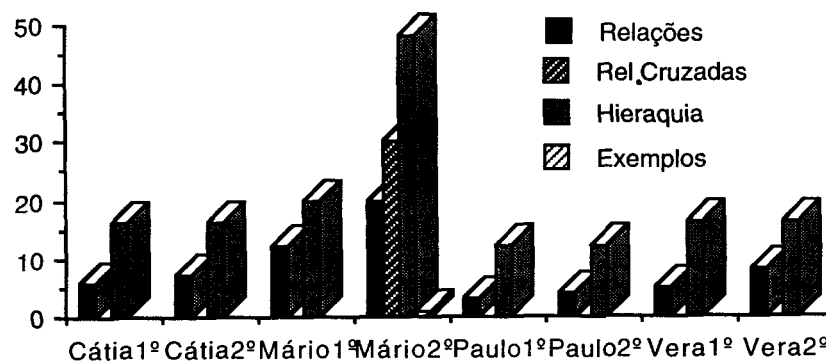


Gráfico 29

Resultados por categoria de análise obtidos no 1º mapa e no 2º mapa de conceitos pelos alunos seleccionados da turma B

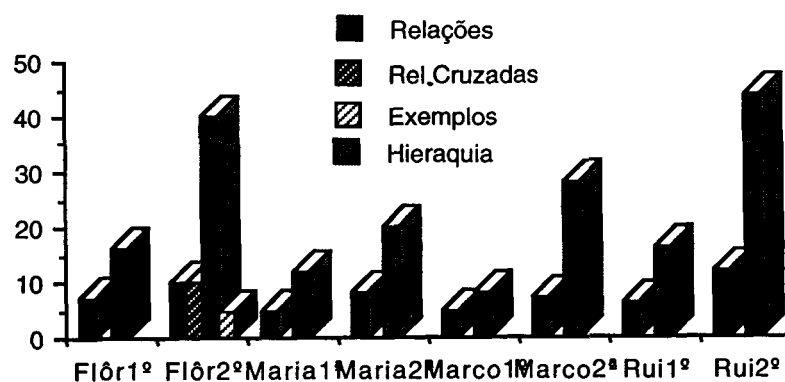
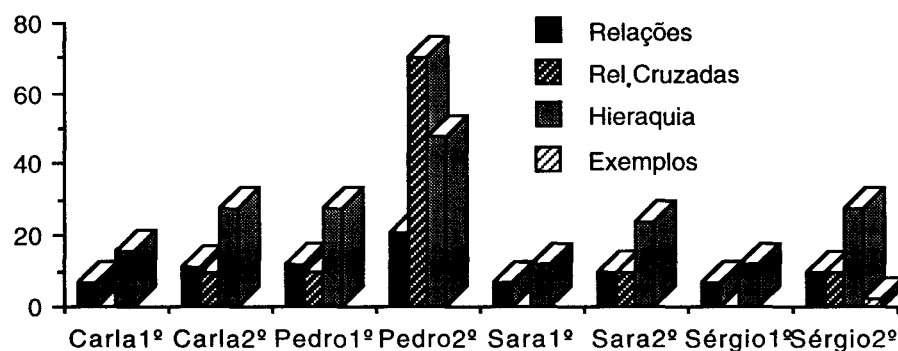


Gráfico 30

Resultados por categoria de análise obtidos no 1º mapa e no 2º mapa de conceitos pelos alunos seleccionados da turma C



Em nenhum mapa de conceitos analisado se encontraram a metáfora ou a analogia indicadas como se fossem os próprios conceitos científicos, para a compreensão dos quais foram utilizadas. Este facto demonstra que não foi relevante a limitação indicada na literatura sobre o poder atractivo e sedutor da metáfora e da analogia que se mantêm no tempo, fazendo esquecer e esconder os conceitos científicos.

Quadro 17

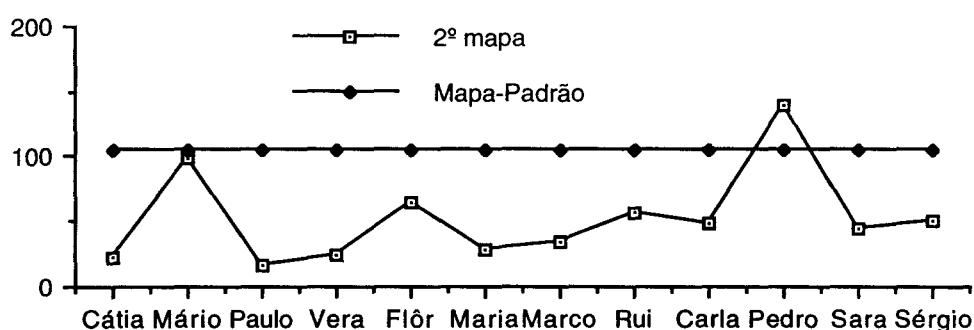
Pontuação Total Obtida pelos Alunos de Cada Turma Antes e Após a Sequências das Aulas

	Turma A	Turma B	Turma C
1º mapa	80	75	111
2º mapa	171	184	292
Diferença	91	109	181

Posteriormente a esta análise dos resultados, achou-se relevante comparar somente os resultados obtidos no 2º mapa de conceitos elaborado pelos alunos da três turmas com o resultado que foi considerado padrão. Este análise mostra a aprendizagem conseguida em relação ao que era esperado, após a sequência das aulas leccionadas.

Gráfico 31

Comparação dos resultados obtidos pelos alunos seleccionados das três turmas na elaboração do 2º mapa de conceitos com o resultado padrão



Este gráfico confirma o que foi dito anteriormente. Cada aluno está a uma distância diferente do que é esperado que aprendesse.

Aparecem, mesmo, dois alunos, o Mário (-7 pontos) e o Pedro (+34 pontos), que estão muito próximos ou ultrapassam o que é suposto aprenderem, relacionando a pontuação obtida no mapa elaborado pela perita. É de realçar que o Mário da turma A é considerado um “bom” aluno, enquanto que o Pedro da turma C é considerado um “mau” aluno. Estas duas pontuações têm, por este facto, valor interpretativo diferente. É na turma A que se verifica uma maior distância entre o que era esperado que os alunos aprendessem e o que mostraram que

aprenderam, sendo notório que três alunos num universo de quatro ficassem a uma distância tão grande (89, 82, 81 pontos) da pontuação-padrão.

Em síntese:

Ao analisar as três turmas do estudo, quer considerando a pontuação obtida pelos alunos no 1º e o 2º mapa de conceitos (Quadro 17), quer considerando a diferença de pontuação obtida pelos alunos e a obtida pela perita (Gráfico 27), pode-se confirmar que houve uma maior aprendizagem nos alunos da turma C, seguida pelos da turma B e finalmente pelos da turma A.

Tendo em consideração que na turma A foram utilizadas metáforas e analogias, mas estes não foram exploradas didacticamente, pode-se inferir destes resultados que as metáforas e as analogias exploradas didacticamente conduzem a uma melhor aprendizagem do conceito de átomo.

Neste estudo, comparando as duas turmas onde foi realizada a exploração didáctica das metáforas e analogias, pode-se também inferir que as turmas e os alunos com maiores problemas de aprendizagem são aqueles que demonstraram uma evolução mais significativa da do conhecimento do conceito de átomo.

#### 3.4.3- Metáforas e Analogias Geradas pelos Alunos

Nas entrevistas realizadas aos doze alunos seleccionados, entre todos os alunos das três turmas onde se realizou o estudo, solicitou-se, explicitamente, aos alunos que gerassem as suas próprias metáforas e analogias e analisou-se a capacidade de o fazerem. Não se solicitou uma maior clarificação e avaliação nem se fez nenhuma tentativa de modificação dessas metáforas e analogias geradas inicialmente, como se teria feito se se estivesse numa situação de

aprendizagem formal em sala de aula onde o objectivo seria a obtenção de um desenvolvimento conceptual dos alunos e não só a avaliação desse desenvolvimento.

O objectivo não foi aprofundar o grau de conhecimento dos alunos sobre o átomo, foi, somente, averiguar a capacidade destes alunos de criarem e aplicarem metáforas e analogias próprias para se avaliar se eram capazes de seleccionarem, organizarem e relatarem o conhecimento sobre o conceito de átomo através da linguagem metafórica, já que gerar as suas próprias metáforas e analogias é um instrumento de avaliação e de compreensibilidade dos fenómenos. A metáfora e a analogia originais são, assim, instrumentos heurísticos que podem dar informação sobre o processo de construir, avaliar e modificar as explicações próprias de modo a atingir o grau de desenvolvimento da conceptualização de um conceito, fenómeno ou processo.

#### Leitura dos Resultados

Dos resultados apresentados pode-se afirmar que houve alunos que se recusaram a gerar as suas próprias metáforas ou analogias, mostrando um certo desconforto por se estar a pedir algo não habitual e inesperado: e.g. *“já me esqueci”* (Pedro), *“das comparações não me lembro. Não sei”* (Mário), ou refugiaram-se na memorização das apresentadas nas aulas. e.g. *“a que eu fixe melhor foi aquela do bolo de passas”* (Vera), *“a que me lembro agora melhor foi aquela das meninas a saltarem e a dançarem”* (Paulo), ou no poder elitista da Ciência: e.g. *“os cientistas andaram para ali tantos anos a fazerem comparações e eu agora aqui de repente ...”* (Pedro), enquanto outros, depois de alguns momentos de hesitação conseguiram gerar as suas próprias analogias: e.g. *“o átomo é como uma nêspera em que o caroço tem os protões e o neutrões”*



(Sara); e até geraram analogias múltiplas ligadas ao interesse pessoal forte, neste caso específico, sobre motos sobre as quais o Sérgio foi arranjando analogias desde o átomo até à formação de moléculas comparando-os com a constituição e o funcionamento integrado dos componentes de uma moto ou noutra exemplo: - *“um ringue de luta greco-romana. O ringue era o núcleo e os lutadores eram os prótons e os neutrões. Os electrões eram o público, porque o público anda ali bem agitado, não está sentado nos seus lugares. A emoção sobe... é uma agitação. Uns saem outros entram. Rapidamente se transformam em iões excitados”* (Maria).

As razões invocadas pelos alunos de se lembrarem das metáforas ou analogias, utilizadas nas aulas, estão ligadas com aspectos pessoais como conhecer anteriormente a analogia utilizada: e.g. *“a que me ficou na cabeça foi a do sistema solar, porque já conhecia”* (Marco). Outros alunos repetiram as imagens visuais conhecidas dos manuais escolares: e.g. *“átomo é uma bola pelos desenhos dos livros”* (Carla), ou ligada a factos da sua vida quotidiana: e.g. *“a ideia da nuvem e das partículas todas. Achei graça aos mosquitos à volta da luz que é o que acontece lá em casa quando abro a janela”* (Flôr), ou relacionar as semelhanças da fonte da analogia com o conhecimento científico: e.g. *“os planetas e o sistema solar. Acho que é o mais parecido”* (Cátia).

Verificou-se também aqui que os “bons alunos” eram os que tinham mais facilidade em gerar as suas próprias metáforas e analogias, no entanto, para os “maus alunos” é com alegria, como se fosse uma descoberta importante serem capazes de o fazer, e.g. *“ah, já sei...”* (Sara).

É interessante referir que um aluno, o Pedro, considerado como tendo problemas de aprendizagem, mas ao qual foi detectado, pelos testes aplicados

anteriormente, um bom nível de criatividade e possuindo experiências anteriores variadas, como por exemplo viajar ao estrangeiro, apesar de não ser capaz de gerar nenhuma metáfora ou analogia, utilizou um argumento justificativo para o não fazer, altamente lógico, que se pode inferir “*quem sou eu para me comparar com os cientistas que fazem essas comparações?*”.

Em situação típica de sala de aula, raramente os alunos são solicitados a criarem as suas próprias metáforas e analogias e quando muito esperam que o professor as utilize para uma melhor compreensão do conhecimento. Este facto é redutor, pois, o desenvolvimento pessoal através da utilização da metáfora e da analogia pode aumentar a capacidade de identificar, representar, avaliar e ganhar uma maior compreensão do próprio conhecimento científico, permitindo, assim, o crescimento conceptual. A metáfora e a analogia geradas pelos próprios alunos tornam-se, por esta razão, num instrumento heurístico potencializador de uma compreensão conceptual mais avançada do conhecimento científico, pois permite obter uma maior compreensão desse conhecimento, pelos próprios alunos, recorrendo aos seus conhecimentos anteriores pessoais, modificando-os ou ampliando-os pela reflexão provocada pelo mapear e a transferência analógica utilizando competências cognitivas como o raciocínio analógico, a criatividade, a memória, a resolução de problemas, etc.

A falta de hábito dos alunos criarem as suas próprias metáforas e analogias justifica, em parte, as dificuldades encontradas na resposta a esta tarefa proposta.

#### 3.4.4- Mecanismos Metacognitivos sobre a Aprendizagem do Conceito de Átomo

Com o objectivo de interpretar o processo cognitivo percorrido por cada um dos doze alunos seleccionados das três turmas do estudo, fizeram-se entrevistas a esses alunos. Solicitando-lhes respostas ao “*o quê*”, “*como*” e ao “*porquê*” das opções que fizeram ao elaborarem o 1º e o 2º mapas de conceitos. Foi-lhes proposto, pois, uma actividade metacognitiva de pensar sobre o seu pensar. Partiu-se do pressuposto que pensar alto e verbalizar esse pensamento daria uma retrospectiva de como o raciocínio tinha sido elaborado.

Faz-se a análise de conteúdos das respostas dadas pelos alunos nessas entrevistas, segundo três linhas principais de ideias:

- o que é que o aluno tinha aprendido entre o 1º e o 2º mapas de conceitos;
- como tinha sido o processo seguido para a elaboração desses mapas;
- porquê (quais as razões) das suas opções ao elaborar os mapas.

#### Leitura dos Resultados

As entrevistas não deram o resultado esperado, como se pode observar pelo tratamento dos dados apresentados no Anexo F. As respostas às perguntas foram irrelevantes, justificando as suas opções com subterfúgios, tais como: “*haver espaço*”, “*porque a professora disse na aula*”, “*porque me fui lembrando*”, “*esqueci-me*”, “*não sei*”, “*tem razão*” ou “*parece disparate*”, mas sem serem capazes de verbalizar porquê era disparate. Ficou-se sem saber o “*como*” e o “*porquê*”, obtendo-se algumas respostas não significativas para “*o quê*”.

Este insucesso de atingir o processo cognitivo, seguido pelos alunos ao elaborarem os mapas de conceitos, pode ser devido a vários factores isoladamente ou em conjunto, nomeadamente ter sido pedido a jovens

adolescentes, que se sabia de nível cognitivo no estágio das operações concretas e com baixa aptidão verbal, uma actividade metacognitiva. Esta capacidade metacognitiva envolve treino de introspecção directa, mobilizando conhecimentos e experiências anteriores e recorre a processos cognitivos elevados como a avaliação e a justificação do pensamento e dos comportamentos passados, o que consequentemente poderia não estar ainda acessível a estes jovens.

Outro factor justificativo do insucesso pode estar relacionado com a própria entrevista e com a entrevistadora. A entrevista que se desejaria de tipo clínico poderia não ter sido bem realizada por falta de treino e de conhecimento da exploração das questões neste tipo de situação. Questiona-se ainda se seria a entrevista o modo investigativo mais apropriado de chegar às zonas mais misteriosas, por vezes inconscientes justificativas do modo de pensar e de agir.

Não se chegou pois à resposta à questão da investigação de "*como é que*", mas chegou-se à conclusão que realmente os alunos seleccionam, organizam e relatam ideias sobre a estrutura atómica da matéria, quando surgem situações de aprendizagem científica formal através de linguagem metafórica.

## CONCLUSÃO

A metáfora e a analogia, quando exploradas didacticamente de uma forma interactiva, constituem um poderoso instrumento de aprendizagem, nomeadamente na aprendizagem da estrutura atómica. Deverão ser exploradas interactivamente de uma forma dialogante e com o recurso a modelos de ensino-aprendizagem e a materiais didácticos apropriados.

Pode-se concluir que, com base na caracterização realizada, os alunos das três turmas não diferiam significativamente em relação aos níveis socioeconómico, cognitivo, de aptidão verbal e de sucesso escolar no 1º período escolar. As diferenças encontradas para o insucesso escolar estariam relacionadas, provavelmente, com aspectos comportamentais relacionados com a vida escolar.

Um facto demonstrativo do que foi afirmado anteriormente relaciona-se com a pontuação apresentada, no 1º mapa de conceitos elaborado por todos os alunos seleccionados para o aprofundamento do estudo e que não está de acordo com a caracterização feita previamente. A turma B, que tinha sido indicada como a melhor turma da três turmas do estudo, foi a que apresentou uma pontuação mais baixa no 1º mapa de conceitos, o qual estava relacionado com os conhecimentos anteriores. O inverso se verificou com a turma C que tinha sido caracterizada como a turma mais difícil. Como uma hipótese explicativa provável, pode ser que este facto se tivesse verificado por estar ligado à motivação destes alunos (da turma C) para a actividade proposta, que era inovadora, levando logo inicialmente a um aumento na perícia da técnica de elaborar os mapas de conceitos. Para os alunos da turma C, que se encontravam completamente desmotivados e votados ao irremediável insucesso escolar, quer na sua própria imagem, quer na imagem da professora da turma, uma actividade nova e compreensível poderia ter causado um maior impacto, provocando uma maior atenção e vontade de fazer correctamente o que era proposto. Para os alunos da turma B, provavelmente, era mais uma actividade que tinham de dar resposta não sendo considerada um desafio.

Na globalidade, a turma onde não se fez a exploração didáctica da metáfora e da analogia utilizadas (turma A) era a que apresentava alunos com uma menor

diferença entre a pontuação obtida entre o início e após a sequência das aulas, do que se pode inferir que a aprendizagem foi em grau menor. Na turma C, na qual tinha sido detectada uma maior dificuldade de aprendizagem foi onde ocorreu uma maior amplitude de pontuações entre o 1º e o 2º mapa de conceitos, o que leva a inferir que houve uma maior aprendizagem. A turma B, que foi caracterizada como a melhor das três turmas do estudo, apresenta alunos com pontuações melhores que a turma A mas inferiores à turma C.

Pode-se concluir que a exploração didáctica da metáfora e da analogia teve impacto na aprendizagem dos alunos, traduzida por uma complexificação do conhecimento sobre a estrutura do átomo, principalmente nos alunos com maiores dificuldades escolares.

Ao terminar o estudo empírico em sala de aula questiona-se os resultados obtidos por não se ter incluído e considerado nesta investigação, entre outros, os factores afectivos nomeadamente os de valorização pessoal e de aumento da auto-estima dos alunos, o controlo e gestão da sala de aula e a relação professor-aluno, conducentes a um clima empático propício à aprendizagem.

## **CONCLUSÃO GERAL**





## 1- CONCLUSÃO DA INVESTIGAÇÃO TEÓRICA/ EMPÍRICA

A função didáctica da metáfora e da analogia e a construção do conhecimento científico no processo de ensino e de aprendizagem é a problemática fundamental deste estudo. Esta problemática enquadra-se num quadro constructivista da aprendizagem das ciências e numa perspectiva alargada da concepção de Didáctica.

Na conclusão que se apresenta teve-se em conta os resultados obtidos nas diferentes etapas do percurso investigativo, tendo como referencial os objectivos, hipóteses de trabalho e questões de investigação enunciados. Chegou-se a conclusões de índole diferente que resultaram das temáticas distintas que foram abordadas e dos respectivos resultados. Estas conclusões diferenciadas confluem, com a sua especificidade, para uma conclusão geral integradora e explicativa, na tentativa de encontrar pistas de resolução do problema que se pretendeu estudar. *Tentou-se, sobretudo, obter uma coerência teórica e empírica na compreensão global da problemática em estudo.*

Ao concluir este trabalho levantam-se muitas questões, talvez mais ainda do que aquelas que nortearam o início da investigação. Podem-se vislumbrar importantes implicações educativas, mas é preciso estudar a sua implementação e avaliar os seus efeitos. Esta investigação não é, por isso, um trabalho acabado. É necessário muito mais estudo em diversas perspectivas, de modo a compreender um pouco mais a problemática abordada. Foi iniciado um processo de investigação numa temática praticamente desconhecida. Ao concluir resta agora a decisão de prosseguir.

### 1.1- A Metáfora, a Analogia e o Ensino

Analisar a metáfora, a analogia e o ensino é, também e actualmente, analisar a inovação nas práticas de ensino. Embora a metáfora e a analogia constituam poderosos instrumentos didácticos ainda não são utilizadas no ensino de uma forma sistemática, nem a sua utilização, apesar de frequente, é universal.

Em situação educativa, as razões do uso da metáfora e/ou da analogia são orientadas pela percepção, por parte de quem as usa, de como é que elas funcionam. A obtenção da aprendizagem, na perspectiva do professor, não é uma questão simples, porque tem várias abordagens possíveis, envolvendo estratégias de intervenção diferenciadas e adequadas a diversos contextos educativos, nomeadamente os relacionados com os alunos, os professores e os conteúdos programáticos. Ter em conta todos estes factores implica a definição de diferentes objectivos educativos e, consequentemente, a aplicação de diversas metodologias de exploração da metáfora e da analogia em sala de aula.

Uma das conclusões deste estudo é a constatação que a exploração didáctica da metáfora e da analogia é o ponto fulcral para a sua utilização eficaz no ensino das ciências. Pode-se concluir, do resultado do estudo teórico, que se esta exploração didáctica não se fizer a utilização da metáfora e da analogia pode provocar aprendizagens incorrectas, causar interpretações erróneas construindo representações fechadas ou erradas do mundo e impedir, até, novas aprendizagens. Os professores descobrem que os alunos levam a LM muito longe e são incapazes de a controlar para conduzir à aprendizagem. Outros alunos só se lembram da analogia e não do conceito alvo a aprender, enquanto outros ainda se focam em aspectos irrelevantes da metáfora ou da analogia para tirar conclusões e fazer generalizações relacionadas com o alvo.

A familiarização com o conceito da fonte é essencial para a aprendizagem do conceito alvo. A não familiarização com o conceito fonte causa um grande obstáculo ao uso didáctico da metáfora e/ou da analogia, constituindo um dos aspectos aos quais os professores têm de estar atentos antes de decidirem utilizar este tipo de linguagem.

Ao explorar didacticamente a metáfora e a analogia o professor tem de ajudar o aluno na transferência analógica, em vez de apresentar simplesmente a fonte e o alvo e esperar que o aluno faça automaticamente, e por si próprio, as conexões correctas. É essencial que o professor conheça o “background” dos alunos, principalmente nas perspectivas de desenvolvimento cognitivo e conhecimentos anteriores, escolha uma boa metáfora ou analogia, incluindo os pontos mais importantes da relação análoga tendo em conta as limitações dessa relação, o que trará benefícios para a aprendizagem e, portanto, que esteja seguro que a metáfora ou a analogia sejam adequadas aos alunos e ao conteúdo em estudo. É, também, fundamental que o professor verifique se a fonte é familiar aos alunos, explicita que está a usar a LM, limite a metáfora e a analogia, utilize diversas estratégias didácticas para explorar quais os atributos ou as relações a serem transferíveis e as que não o são ou que são irrelevantes, refira os aspectos essenciais que a metáfora ou a analogia utilizada não abrange, utilize analogias múltiplas ou vários tipos de metáfora e de analogia simultaneamente, fomente diversas interpretações para uma mesma metáfora ou analogia, mude diversas vezes a fonte e o alvo e explore a LM encontrada nos manuais escolares ou em textos didácticos. Assim, os professores devem providenciar instruções explícitas e ensinar os alunos a potencializar a utilização da metáfora e da analogia como instrumentos de aprendizagem e promover a discussão na sala de aula sobre este assunto. A

discussão na delimitação de fronteiras e na definição dos conceitos alvo e fonte, permitindo a participação dos alunos, é uma estratégia didáctica muito valorativa. O professor pode, através da análise dessa discussão, receber “feed-back” e planejar estratégias didácticas adequadas no caso de se verificar uma transferência incorrecta de atributos ou de relações, melhorando, assim, o processo de ensino/ aprendizagem.

Para se potencializar a utilização da LM na aprendizagem das ciências, deverá ser criado na sala de aula um clima de criatividade em que seja vulgar a existência de muitas questões abertas, com diferentes respostas correctas, um uso informal da linguagem, a existência de tempo disponível para os alunos utilizarem por eles próprios a linguagem, assim como deverá ser frequente o recurso à avaliação formativa. Além do professor ter de fomentar a utilização da metáfora e da analogia, é necessário consciencializar os alunos que estas são representações provisórias do real que poderão ser alteradas constituindo, assim, elas próprias fontes para investigação. Programar o modo de apresentação da LM e proporcionar oportunidades aos alunos de gerar as suas próprias metáforas e/ou analogias parecem ser estratégias didácticas que influenciam positivamente a construção do conhecimento científico por quem aprende.

No ensino formal das ciências, o poder especulativo da metáfora e da analogia deverá transformar-se gradualmente em procedimentos mais explícitos, racionais e selectivos.

Uma conclusão se pode tirar do estudo empírico realizado nesta investigação: Os professores de ciências utilizam frequentemente, de uma forma espontânea e intuitiva, a LM nas suas práticas de ensino, embora não o façam programada

e sistematicamente, de forma apropriada e consciente. Também se pode concluir que os professores, geralmente, não conhecem o significado do conceito de “metáfora” e de “analogia”, e que as interpretam como figuras de linguagem ligadas a um conjunto de actividades didácticas que incluem exemplos, esquemas, gráficos, simulações, teatro, histórias, anedotas ou outras formas de linguagem figurativa. As funções da metáfora e da analogia orientadas para os processos de aprendizagem pelos próprios alunos ou ainda para funções metacognitivas são raramente utilizadas pelos professores de ciências, talvez porque existem poucos estudos de validação de modelos de ensino das ciências assistidos por metáforas e analogias, principalmente aqueles que são centrados nos alunos. Além do referido, os professores demonstraram não estar sensibilizados para a importância da linguagem em geral, na aprendizagem da Ciência ou no desenvolvimento cognitivo, nem para as especificidades da linguagem científica e da linguagem metafórica na aprendizagem das ciências.

Estes aspectos conduzem a que não sejam escolhidas criteriosamente a metáfora e a analogia apropriadas a cada conteúdo e ao grupo de alunos a quem se destinam, nem seja feita, adequadamente, uma exploração didáctica da metáfora e da analogia na sala de aula, com o cuidado de verificar se realmente estão satisfeitas as condições necessárias para a utilização da LM, conducente à aprendizagem das ciências. Esta utilização acrítica da metáfora e da analogia apresenta desvantagens, sendo a mais relevante a possibilidade de transferência de ideias erradas da fonte para o alvo. Esta possibilidade é agravada porque os professores não utilizam nenhuma actividade didáctica de controlo das concepções erróneas que a LM poderá gerar, como seja a

utilização de analogias múltiplas, ou a solicitação aos alunos para gerarem as suas próprias metáforas e analogias, discutindo os seus pré-conceitos.

Com base nos resultados empíricos deste estudo pode-se, também, concluir que a metáfora e a analogia são utilizadas pelos professores de ciências, principalmente numa forma oral. Estes não conhecem as potencialidades da LM como instrumento cognitivo, nem lhe reconhecem estatuto científico, pois que, segundo as opiniões expressas, retira rigor ao conhecimento em Ciência. Os professores utilizam-na, por vezes, com um sentimento de culpabilidade e de perda de tempo. Recorrem às suas próprias experiências anteriores, quer pessoais quer profissionais, influenciados mais pelos “mass media” do que pelos manuais escolares.

Como os professores não estão sensibilizados para a problemática que envolve a utilização da LM na sala de aula de ciências, não sentem a necessidade da formação nesta temática.

Pode-se concluir, ainda, dos resultados empíricos deste estudo, que há uma influência da formação inicial nas práticas dos professores, traduzida essencialmente, pela consciencialização, pelos professores com formação, dos problemas e potencialidades da utilização da LM na aprendizagem da Ciência em contexto de sala de aula, conferindo uma especial atenção à LM escrita e às limitações da metáfora e da analogia tentando que os alunos não as confundam com a realidade.

Quer os professores com formação inicial quer sem essa formação utilizavam, predominantemente, a LM como instrumento de ensino, não a trabalhando como um instrumento heurístico que promovesse a organização e o desenvolvimento cognitivo dos alunos e que contribuisse para uma

aprendizagem em Ciência numa perspectiva constructivista. Utilizam-nas, essencialmente, como instrumentos de ensino, com uma função cognitiva para explicar conceitos novos, abstractos e/ou concretos, ou fenómenos difíceis de visualizar directamente e como organizador prévio para ligar o conhecimento novo com o quotidiano dos alunos. Utilizam-nas, ainda, subsidiariamente, para uma função de desanuviamento do clima da sala de aula, para manter disciplina e para avaliar.

Com base nos pressupostos subjacentes a este trabalho e nos resultados obtidos, defende-se a utilização regular e programada da metáfora e da analogia no ensino das ciências, numa perspectiva constructivista da construção do conhecimento científico por quem aprende, onde os professores podem providenciar metáforas e analogias, mas onde os alunos possam ser ensinados a gerar a sua própria LM. Para se atingir este objectivo, os professores e os formadores de professores, em particular, têm de estar alertados para esta temática. Por conseguinte, uma adequada apresentação e exploração oral da metáfora ou da analogia pode ser suficiente para a visualização de um conceito desconhecido. Para os alunos com maiores dificuldades de aprendizagem defende-se uma apresentação conjunta da LM verbal e visual. Para a maioria dos casos a metáfora e a analogia devem ser formadas por uma fonte concreta e um alvo abstracto para levar o aluno do conceito mais fácil e mais familiar ao mais difícil e abstracto. A fonte deverá ser explicada ou descrita antes de se apresentar o novo assunto, para assegurar que a analogia foi entendida pelo aluno. Se essa explicação ou descrição for eficaz, o aluno é forçado a usar a sua estrutura cognitiva aplicando o raciocínio analógico.

Defende-se, ainda, a construção e avaliação de modelos de ensino assistidos por metáforas e analogias como o apresentado neste trabalho (cf. III Parte, Cap. II - Aulas Leccionadas), bem como de materiais didáticos como a ficha utilizada neste trabalho (cf. III Parte, Cap. II - A Analogia do Átomo de Bohr), uma base de dados ou um guia do professor com metáforas e analogias classificadas, segundo tipologias, seleccionadas e testadas para o ensino de determinado conteúdo, acompanhadas de sugestões de exploração didáctica. A criação de taxionomias de metáfora e de analogia, como a apresentada neste trabalho (cf. III Parte, Cap. II - Aulas Leccionadas), poderá constituir uma contribuição para a sua utilização e respectiva exploração didáctica em sala de aula.

#### 1.2- A Metáfora e a Analogia e a Formação de Professores

A formação de professores em Didáctica é hoje considerada como essencial e primordial para a melhoria das práticas profissionais. A metáfora e a analogia podem suscitar o avanço ou o recuo do conhecimento didáctico e orientar a investigação em formação de professores. Assim, tanto como instrumentos de formação, ou como instrumentos de investigação na formação de professores, a metáfora e a analogia estruturam o conhecimento do processo de ensino e de aprendizagem e influenciam os esforços, teóricos e práticos, de melhorar esse processo.

O uso da metáfora e da analogia no ensino-aprendizagem não pode, conseqüentemente, continuar a ser intuitivo. Necessita de ser baseado numa forte formação de professores que confronte o pensamento com o real, de uma forma sistemática e promova estratégias didácticas permissíveis à utilização e criação da LM pelos próprios alunos. A metáfora e a analogia poderão, assim,



constituir uma base para a construção do conhecimento pelo aluno. Os alunos, futuros professores, e os professores em formação, poderão transformar-se, futuramente, em professores que promovam, em conjunto, a análise da metáfora e da analogia com os seus alunos. No entanto, para que tal possa acontecer é necessário providenciar oportunidades de formação de professores, para permitir que a metáfora e a analogia se tornem um repertório do ensino, de uma forma regular e eficaz.

A utilização da metáfora e da analogia no ensino está ligada aos conhecimentos e experiências pessoais de cada professor. Fazendo com que os professores expressem, examinem, discutam e confrontem ideias, utilizando a metáfora ou a analogia pessoais ou outras e analisando as implicações dessa utilização promove-se a formação de professores de uma forma pessoalmente significativa. Isto é, através da utilização da LM os professores analisam as concepções preliminares que possuem sobre o ensino, a aprendizagem, a relação professor/aluno, os materiais, as expectativas da comunidade, a escola, a sua função como professor e, ainda, as suas concepções pessoais e epistemológicas sobre o ensino, a natureza da Ciência e o trabalho dos cientistas. Os formadores de professores podem ajudar os alunos, futuros professores, ou os professores em formação, a reflectir nas suas práticas, construindo, através dessa reflexão, o conhecimento didáctico sobre o ensino/aprendizagem das ciências.

Assim, para a formação de professores é essencial, numa primeira fase, o estudo da metáfora e da analogia com funções de diagnóstico, pois que elas representam valores, preocupações, conteúdos, conhecimentos e atitudes, para além de fornecerem informações relevantes sobre as perspectivas pessoais do acto educativo na sua globalidade. Numa fase posterior, o uso

eficiente da metáfora e da analogia em sala de aula de ciências poderá ser baseado num conhecimento didáctico profundo que: (i) passe pela exploração de um repertório de metáforas e de analogias para um determinado conteúdo específico em contextos didácticos específicos, tendo o cuidado de estas não implicarem uma atitude dos alunos de recipientes passivos das metáforas e analogias dos professores; (ii) capacite o professor tecnicamente para a construção da metáfora ou da analogia adaptadas e intencionalizadas para o desenvolvimento dos alunos; (iii) proporcione o desenvolvimento e a análise da metáfora e/ou da analogia utilizadas pelo próprio professor, promovendo o seu auto-conhecimento e facilitando a sua auto-formação.

Metodologicamente, os professores em formação trabalhando em questões geradas por si próprios, ou que aceitaram como as suas próprias ideias, podem confrontar-se com as suas próprias perspectivas educacionais (que nos alunos de formação inicial são, geralmente, implícitas, ou cópias de modelos dos seus professores). Esse confronto pode permitir que os alunos, futuros professores, ou professores em formação, descubram a metáfora ou a analogia que comande o seu pensamento sobre o ensino e a aprendizagem e examinem o impacto dessa metáfora ou analogia nas suas práticas de ensino. Permitirá, assim, pela visualização das limitações e das potencialidade das concepções subjacentes a uma dada metáfora ou analogia, consciencializar os professores em formação que as suas concepções pessoais influenciam as práticas que os mesmos promovem. A utilização da LM na formação de professores pode permitir, ainda, que estes professores se familiarizem com diferentes perspectivas de actuação, consciencializando-se das consequências didácticas das suas próprias concepções. Nos estágios pedagógicos, os professores em formação poderiam testar e avaliar as suas

práticas através da utilização da LM, decidindo qual a melhor maneira de actuar pelas sugestões, informações e orientação que a situação pode proporcionar. Através desta abordagem pode-se encorajar, assim, os futuros professores, ou os professores em formação, a experimentar novas ideias de ensino, avaliar o seu progresso vendo se a metáfora ou a analogia se adequa ou não ao objectivo pretendido, propôr novas experiências didácticas à luz da metáfora ou da analogia que vão criando e reflectir sobre a sua função. Facilita-se, assim, a inovação fazendo a avaliação daquilo que os professores em formação fazem, como o fazem e como interagem com os alunos e com o conhecimento.

Os formadores, acompanhando os professores no seu percurso de formação, podem promover o exame e o questionamento das próprias metáforas e analogias usadas pelos professores, as novas metáforas e analogias surgidas e as respectivas implicações nas práticas. Formadores e formandos em conjunto podem, assim, ir construindo e/ou reconstruindo o conhecimento pedagógico para um ensino das ciências de qualidade.

A metáfora e a analogia poderão ser, pois, instrumentos poderosos para a formação de professores, podendo ser utilizadas com diferentes objectivos e funções, como a auto-formação pela reflexão sobre as práticas, o diagnóstico do pensamento profissional e das estruturas cognitivas, (o sistema conceptual da actividade profissional do professor é traduzido pelas suas representações sobre o acto educativo, os seus instrumentos e contexto), a inovação e o aumento ou reconstrução do próprio conhecimento profissional.

Sistematizando, a metáfora e a analogia podem ser utilizadas na formação de professores como um modo de reflexão para promover a formação pessoal e

profissional, para a construção de modelos de ensino a utilizar na sala de aula, para aumentar os seus próprios conhecimentos profissionais, encontrando possíveis soluções para problemas didáticos e melhorar o planeamento do ensino.

Todas estas vertentes, enquadradas num sistema de formação global, implicam um cuidadoso planeamento e uma avaliação da implementação na sala de aula dos currículos, metodologias, técnicas e materiais didáticos. Se se verificar coerência entre modelos de pensamento e de acção, a utilização da metáfora e da analogia irá influenciar a gestão e o controlo da sala de aula, a motivação, a aprendizagem e a avaliação.

Pelos resultados empíricos deste estudo pode-se concluir que a investigação em Didáctica, referida na literatura, sobre a formação de professores, a metáfora e a analogia, não tem implicações nas práticas de formação existentes nas universidades portuguesas. Assim, verificou-se que 68% de todos os professores universitários que tinham a seu cargo a disciplina de Didáctica/Metodologia das ciências não trabalhavam, nas suas aulas de formação inicial, a problemática da LM, embora estivessem de acordo que esta linguagem é utilizada pelos professores de ciências de todos os níveis de ensino, em contexto de sala de aula.

Os professores universitários que abordavam esta temática tinham uma perspectiva da LM como um instrumento de ensino e não de aprendizagem. O trabalho realizado era encarado como um complemento ou um auxiliar de ensino dos temas/conteúdos que faziam parte do programa. Segundo a opinião expressa por estes professores não havia tempo curricular próprio disponível para dedicar a esta temática nas disciplinas de que eram

responsáveis. Os professores universitários não trabalhavam como os alunos (futuros professores) formas de exploração didáctica da metáfora e/ou da analogia. Valorizavam o aspecto afectivo (motivar, facilitar relações humanas, tornar mais simples a informação) em detrimento do aspecto cognitivo, consideravam mais a LM como uma função facilitadora da aquisição do conhecimento do que potencializadora do desenvolvimento de capacidades e de atitudes, o que contradiz os resultados encontrados no estudo realizado sobre as práticas dos professores de ciências.

Pode-se concluir que, apesar da formação inicial ter impacto nas práticas lectivas, nomeadamente nos cuidados a ter na escolha da LM adequada aos alunos e aos conteúdos e com as respectivas limitações na utilização, especialmente quando se trata de documentos escritos, não é considerado, pela formação inicial de professores de ciências, o papel heurístico da metáfora e/ou da analogia na construção do conhecimento científico.

Com base nestas conclusões, e com o pressuposto que a formação de professores nas universidades não pode estar dissociada da investigação, defende-se que a LM deve ser usada como instrumento de investigação na formação de professores. Considerando-se que a metáfora e a analogia implicam uma teoria acerca do conteúdo ou fenómeno a ser investigado, elas podem influenciar o plano de investigação, a relação das variáveis a serem exploradas, a colheita de dados, os procedimentos analíticos assim como a síntese dos resultados. É importante seleccionar cuidadosamente a LM que guia a investigação e estar consciente das potencialidades e desvantagens impostas pela escolha de uma determinada metáfora ou analogia.

Pelo que foi afirmado anteriormente defende-se, também, que o estudo da metáfora e da analogia deverá ser incluído nos currículos de formação inicial e nos de formação contínua dos professores de ciências, em três vertentes: (i) como instrumento de ensino dos conteúdos do próprio conhecimento em Didáctica das ciências; (ii) como instrumento de aprendizagem a ser utilizado em sala de aula com os alunos; (iii) como instrumento de inovação pela reflexão sobre a acção, tendo como alvo para essa reflexão a acção do professor, do ensino e da aprendizagem. A LM deveria constituir, pois, um conteúdo programático, onde se estudasse todo o processo didáctico de construção, utilização e exploração da metáfora e da analogia e das estratégias que sistematizam o seu uso em sala de aula, de modo a que a LM se transforme em instrumento heurístico para a construção do conhecimento científico.

### 1.3- A Metáfora, a Analogia e os Manuais Escolares

A metáfora e a analogia escritas nos manuais escolares fornecem ao aluno oportunidade para que, em ritmo próprio, o mesmo possa reflectir sobre os conteúdos, fazer a comparação entre várias ideias, tomar a decisão do que é importante aprender e a subsequente integração no conhecimento preexistente. Este processo implica a selecção, a análise e a interpretação da informação escrita nos manuais.

O raciocínio analógico, desenvolvido através dos manuais escolares, é muito importante na aprendizagem da Ciência. No entanto, introduzir a metáfora e a analogia no texto não é suficiente. É necessário explorá-las didacticamente.

A utilização, o tipo e a exploração didáctica da metáfora e da analogia escritas em manuais escolares dependem da preferência individual do autor e,

subsidiariamente, do nível de escolaridade a que o manual se destina e da própria LM. Metáforas e analogias são utilizadas nos manuais escolares apresentando-se no texto escrito com variadas estruturas e localizações.

Neste estudo, com base nos resultados obtidos na análise dos manuais escolares, concluiu-se que estes não utilizavam, frequentemente, a metáfora e a analogia de modo a influenciar a aprendizagem ou a darem pistas aos professores para a utilização e para a exploração didáctica da LM.

Como não se verificou a utilização generalizada da metáfora e da analogia nos manuais escolares, não se pôde concluir com que função, nem com que objectivo didáctico, estas eram usadas. Pela amostragem dos textos analisados parece que a LM é utilizada mais frequentemente no início do texto, funcionando como organizador prévio. Pode-se concluir que as metáforas e as analogias utilizadas nos manuais escolares não servem para encontrar e/ou resolver problemas ou gerar hipóteses, ou para desenvolver a criatividade ou outras competências cognitivas, mas somente para exemplificar e tornar a informação mais simples.

Concluiu-se que, embora a metáfora e a analogia contidas nos manuais escolares fossem em número muito limitado, os professores não exploravam aquelas que neles existiam. Concluiu-se, também, que estas tinham pouco impacto na produção da metáfora e da analogia produzidas pelos professores. Pode-se concluir que não existe uma interrelação entre professor-aluno-manual escolar na aprendizagem da Ciência e a LM.

Com base neste estudo defende-se, tal como já foi referido para os professores, a construção/elaboração de um banco de dados ou um guia da

exploração didáctica de metáforas e analogias adequadas a cada conteúdo e ao nível de escolaridade dos alunos.

Defende-se também que um dos critérios de avaliação de manuais escolares seja a existência, ou não, de metáforas e de analogias adequadas aos conteúdos e ao nível etário dos alunos a que o manual se destina, assim como a existência da sua exploração didáctica.

#### 1.4- A Metáfora, a Analogia e os Currículos

Neste estudo, não foi encontrada nenhuma referência explícita à utilização da metáfora ou da analogia em nenhum dos documentos oficiais de reforma curricular, quer nos que prescrevem a organização curricular global, quer, mais especificamente, nos que prescrevem os programas das várias disciplinas de ciências. No entanto, nos documentos referentes ao ensino secundário aparecem, de uma forma directa, referências às comparações (não constituindo verdadeiras metáforas nem analogias) nas sugestões de actividades/comentários. Nos documentos referentes ao ensino básico não se encontrou nenhuma referência à possível utilização da metáfora ou da analogia. Este facto é demonstrativo de que os agentes do planeamento curricular pensam que a LM é mais adequada aos alunos de mais elevado nível etário.

O currículo estabelecido nos documentos oficiais analisados, embora demonstre flexibilidade para a possibilidade do professor utilizar a metáfora e/ou a analogia para a consecução dos objectivos e para a realização das actividades propostas, não indicia nenhuma pista para a sua utilização. Deste facto, pode-se concluir que só os professores que estejam alertados para a temática da LM no ensino-aprendizagem da Ciência, ao lerem os programas



oficiais, poderão incluí-la nas suas práticas. Os programas não se constituem como fontes de motivação para a formação nesta área ou de alerta para as potencialidades da utilização da metáfora ou da analogia na sala de aula de ciências. Pela ausência de referências à metáfora ou à analogia, pode-se concluir que os programas oficiais não influenciam qualquer tipo de trabalho do professor em sala de aula em relação à sua utilização, qualquer que seja o nível de ensino ou a disciplina de ciências que se considere. Parece, pois, que os currículos das disciplinas de ciências não desenvolvem o domínio da linguagem dos alunos nas suas várias vertentes.

Com base nestas conclusões, defende-se a necessidade de consciencialização dos agentes que planificam o currículo das ciências sobre a importância da LM como poderoso instrumento didáctico, de modo a que esta temática seja integrada futuramente nas sugestões metodológicas/actividades dos currículos oficiais. No entanto, esta consciencialização precisa de ser baseada em trabalho prévio, investigativo e de formação, por parte da comunidade científica sobre esta temática.

### 1.5- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem

A aprendizagem é uma actividade complexa e um processo ainda não compreendido nas suas múltiplas vertentes e factores que a influenciam.

A qualidade da educação é afectada pela qualidade das interrelações estabelecidas na sala de aula, quer a nível cognitivo, quer a nível afectivo. Um dos modos mais eficientes para os alunos construírem o seu próprio conhecimento, connexionando e integrando o novo conhecimento no seu próprio conhecimento preexistente, dando-lhe significado, parece ser através da utilização adequada da metáfora e da analogia.

Na aprendizagem da Ciência, a metáfora e a analogia podem desempenhar várias funções. Em primeiro lugar, pode-se referir o desenvolvimento de capacidades ligadas ao pensamento e actividade científica como comparar, inferir, prever e construir hipóteses. Estas capacidades podem ser desenvolvidas de forma análoga ao que se verificou na História da Ciência em que a metáfora e a analogia serviram para a descoberta, o desenvolvimento, a explicação e a demonstração e avaliação de teorias, conceitos e fenómenos. A função mais interessante talvez seja a descoberta quando a metáfora ou a analogia servem para a formulação de uma nova hipótese e contribuem para a construção do conhecimento. Assim, ao construir pontes entre o conhecido e o desconhecido, as mesmas tornam-se instrumentos de construção do próprio conhecimento, pois activam mecanismos de raciocínio analógico, ligando os conhecimentos familiares com os desconhecidos. Constituem, também, instrumentos de aquisição ou de mudança conceptual pela abertura de novas perspectivas, para além de serem facilitadoras da compreensão pois que concretizam o conhecimento e ligam-no ao mundo real. Partindo do mundo real e dos conhecimentos e experiências anteriores, a metáfora e a analogia podem, também, transformar-se num motor emocional e motivacional para a aprendizagem. Com estas potencialidades podem, conseqüentemente, funcionar na aprendizagem em Ciência como “insights”, como descobertas, como argumentos, como modelos e até como teorias.

No caso da aprendizagem da Ciência, a maioria dos conceitos são abstractos, o que dificulta a ligação com o conhecimento anterior do aluno, traduzindo-se, frequentemente, numa memorização em vez de compreensão e da construção do conhecimento. A utilização da metáfora e da analogia parece ser mais útil quanto mais complexo e difícil for o assunto, já que uma das funções da

metáfora e da analogia é tornar mais fácil e concreto os assuntos difíceis, complexos ou abstractos. Estes conceitos tendem a ser mais ambíguos tornando-se mais difíceis para a aprendizagem. A metáforas e a analogia parecem ser um bom instrumento de ensino-aprendizagem para os conceitos referidos.

A metáfora e a analogia, utilizando um processo cognitivo baseado no raciocínio analógico mas arrastando consigo outros processos cognitivos como, por exemplo, a percepção, a criatividade, a imaginação, a memória e a resolução de problemas, contribuem também para o desenvolvimento de capacidades. É um processo com duas direcções. Ao utilizar estes processos cognitivos os alunos desenvolvem-nos, o que os torna, por sua vez, mais aptos para a aprendizagem, utilizando a metáfora e a analogia. Ao desenvolver as capacidades cognitivas, criam-se situações conducentes à aprendizagem não só em contexto formal do ensino das ciências, mas também em outras áreas disciplinares e em outros contextos ao longo da vida.

A metáfora e a analogia podem, pois, conduzir à construção do conhecimento científico, proporcionando uma actividade intelectual activa por parte do aluno, se bem exploradas didacticamente. Assim, nas actividades de ensino das ciências, os alunos têm oportunidade de serem envolvidos nas actividades de construção do seu próprio conhecimento em termos de desenvolvimento conceptual e cognitivo através da LM, adquirindo, também, uma linguagem próxima da linguagem da comunidade científica, permitindo a aquisição de uma cultura científica básica. No entanto, a LM tem de ser cuidadosamente construída, de modo a promover e a facilitar a aprendizagem e não confundir ou impedir essa aprendizagem.

Uma conclusão importante para a aprendizagem da Ciência relaciona-se com a função da metáfora e da analogia e o papel social e cultural dos conhecimentos científicos. Assim, a diferença entre a aquisição básica, através da LM, destes conhecimentos necessários a todos os cidadãos, e o uso criativo da metáfora e da analogia pelos cientistas verificado ao longo da História da Ciência, é apenas uma questão de grau e não uma questão de qualidade. O papel da metáfora e da analogia na educação científica ultrapassa a obtenção de uma melhor aprendizagem da ciência, pois que tem um papel heurístico importante no desenvolvimento da própria Ciência.

Ao ocorrer a transferência analógica, e com base nos resultados empíricos deste estudo, parece que os alunos têm mais dificuldade em discriminar as diferenças do que as semelhanças entre os domínios em jogo. Pode-se concluir, também, que os atributos (diferenças e semelhanças) entre a fonte e o alvo são mais facilmente reconhecidos que as relações entre estes domínios, pois que os alunos tendem a fazer interpretações baseadas em atributos e os adultos baseados em relações, facto que confirma o pressuposto de que há uma diferença conceptual entre o mundo dos adultos e dos jovens.

A exploração didáctica da LM, seguindo o modelo construído e apresentado neste estudo (cf. III Parte, Cap. II - Aulas Leccionadas) teve efeito na complexificação do conceito de átomo, principalmente nos alunos com maiores dificuldades de aprendizagem. Esta conclusão é baseada nos resultados comparativos entre os alunos seleccionados da turma em que não se fez a exploração didáctica da metáfora e da analogia utilizadas e as duas outras turmas com as quais se realizou a investigação empírica.

Após a exploração didáctica levada a efeito verificou-se a ocorrência de aprendizagem, uma vez que os alunos puderam compreender o conceito de átomo, passando pela possibilidade de falar, comparar e perguntar, ligando o conhecimento novo aos conhecimentos anteriores, respondendo à tensão cognitiva criada, divertindo-se com o carácter lúdico proporcionado e contextualizando o conhecimento (e.g. história do átomo e compreensão do trabalho de equipa dos cientistas).

A compreensão obtida do conceito de átomo conduziu a que os alunos gostassem dos conteúdos apresentados na situação de aprendizagem, condição fundamental para a própria aprendizagem, principalmente para os alunos caracterizados por experiências anteriores de insucesso escolar.

Conclui-se que os alunos, por si próprios, não sabem seleccionar os aspectos relevantes da metáfora e da analogia utilizadas, o que implica que não sabem relacionar os aspectos que devem ou não ser transferidos entre os conceitos alvo e fonte.

Defende-se, pela importância de que a mesma se reveste sob o ponto de vista didáctico, que os professores promovam a discussão interactiva sobre os aspectos relevantes e não relevantes da metáfora e da analogia, de modo a ajudar a discriminação dos atributos e das relações entre os domínios conceptuais, assim como dos aspectos não abrangidos pela metáfora e pela analogia utilizadas. Parece adequado à exploração didáctica da metáfora e da analogia a recorrência à discussão prévia em grupos de alunos. Essa estratégia ajuda os professores a diagnosticarem e a compreenderem o grau de conceptualização de um determinado conteúdo e, posteriormente, adequarem as suas estratégias de ensino aos seus alunos reais, a fim de que

esses alunos analisem e avaliem o seu próprio conhecimento. Materiais, como a ficha utilizada neste trabalho (cf. III Parte, Cap II), parecem ser bons exemplos de recursos didáticos para os professores de ciências poderem atingir estes objectivos.

Para que se verifique a aprendizagem, defende-se, ainda, a produção de metáforas e analogias por parte dos alunos, sendo necessário a vivência de um clima motivacional na sala de aula, permissivo da produção dessas metáforas e analogias por parte dos alunos.

Em síntese:

As abordagens à cognição e aos processos de produção do conhecimento são actualmente múltiplas, variadas e estão em permanente transformação. Embora a tese constructivista, segundo a qual os conhecimentos não podem ser reduzidos a simples resultados fornecidos pela experiência, seja genericamente aceite, não existe acordo sobre os mecanismos de construção do conhecimento.

A relação entre a utilização didáctica da metáfora e da analogia e a construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem está longe de ser compreendida. As conclusões que se puderam tirar através das respostas às questões de investigação propostas neste estudo constituem só o início do que pode ser uma importante linha de investigação na Didáctica das Ciências.

Pelas características inerentes à metáfora e à analogia, pelas potencialidades que possuem de promoverem o desenvolvimento cognitivo, de melhorarem o ensino e de apresentarem funções heurísticas aliadas a características de ambiguidade, de liberdade de discurso e de comunicação, a metáfora e a

analogia merecem, em Educação em Ciência, atenção especial e um uso cuidado e adequado.

Através da metáfora e da analogia o significado do conhecimento científico, organiza-se em padrões que constituem a nossa compreensão conceptual da realidade. Na verdade, a LM faz parte do nosso pensamento e do processo de aprendizagem, cujo papel fundamental não é, por vezes, tomado em conta na Educação em Ciência.

A utilização da metáfora e da analogia são essenciais na aprendizagem, principalmente se aquelas forem utilizadas pelos alunos, permitindo o desenvolvimento de capacidades próprias das disciplinas científicas tais como: observar, classificar, medir, inferir, prever, interpretar dados e comunicar. No entanto, a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico constituem um campo de investigação vasto e difuso, já que a metáfora e a analogia podem ter o seu próprio caminho na mente de cada aluno, sendo necessário cuidado com a exploração, o contexto e o nível de detalhe com que a LM é utilizada na aprendizagem.

Ao concluir este estudo pode-se afirmar que foram verificadas as hipóteses formuladas. Assim, tendo em conta as limitações deste estudo, foi verificada a 1ª hipótese de investigação - A metáfora e a analogia têm uma importante função didáctica conducente ao aumento da qualidade do ensino, permitindo o desenvolvimento cognitivo dos alunos, o que, por seu turno, conduz a uma aprendizagem significativa em Ciência.

Foi verificada a 2ª hipótese de investigação - Os professores, na sua actividade de ensino, utilizam a metáfora e a analogia de uma forma acrítica e no seu processo de formação, nomeadamente na formação inicial, são raramente

alertados para a problemática de linguagem metafórica em contexto educativo, como por exemplo, na construção, compreensão, expansão, concretização, flexibilidade, significância e interrelação do conhecimento científico.

Foi, também, verificada a 3ª hipótese de investigação - Se a LM. for utilizada e explorada didacticamente, em situação de aprendizagem formal dos conceitos em Ciência, (contexto de sala de aula), segundo um modelo didáctico da linguagem metafórica que transforme a realidade do aluno (experiência pessoal) em linguagem científica, os alunos constroem o conhecimento científico, partindo de uma construção conceptual própria, devido a criarem o seu próprio significado desse conhecimento científico.

Como conclusão de todo o trabalho realizado defende-se, como resposta ao problema principal desta investigação, que a metáfora e a analogia têm uma enorme e importante função didáctica, se devidamente exploradas, quando se pretende a construção do conhecimento científico em contexto formal da aprendizagem da Ciência.

## 2- LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

Considera-se que uma das limitações maiores e mais relevantes deste trabalho relaciona-se com a abrangência dos objectivos previamente definidos e referidos no capítulo da Introdução Geral, nomeadamente os relacionados com o desenvolvimento de uma nova perspectiva na Didáctica e do conhecimento escolar. Na realidade o trabalho realizado fica aquém das expectativas de elaborar um contributo significativo neste campo, embora tenham sido exploradas potencialidades de concepção de uma nova didáctica das ciências. Porém esta limitação dá consistência à ideia de que não são os trabalhos individuais, como este que se realizou, que poderão dar resposta às



exigências de uma nova Didáctica, mas sim através de trabalhos em conjunto de equipas multidisciplinares organizadas em rede.

Outra limitação também a apontar a esta investigação é de ordem metodológica. Está relacionada com a própria limitação já referida (cf. I Parte, Cap. III - Instrumentos Metodológicos) dos instrumentos utilizados, nomeadamente dos mapas de conceitos. Além destas limitações inerentes aos próprios instrumentos e embora os instrumentos metodológicos utilizados tivessem sido validados para este estudo, a inexistência de pré-validação para a população portuguesa, dificultou a sua administração implicando uma menor validade. Porém, eles serviram apenas para a caracterização da população.

A falta de apresentação de todos os resultados recolhidos na fase preliminar e exploratória do estudo empírico pode ser considerada uma limitação. Esta opção teve por base um critério de relevância referenciado ao quadro global da investigação que se apresentou.

Poder-se-ia ter optado, na 2ª fase do estudo empírico (A Metáfora, a Analogia e o Ensino), por observações das aulas subsequentes às entrevistas e aos questionários administrados aos professores para confirmar, ou não, as afirmações feitas. Estas observações não foram realizadas por se ter achado supérfluo verificar a não exploração didáctica da metáfora e da analogia quando esta era afirmada pelos próprios professores.

Na 3ª fase do trabalho empírico (A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem), a escolha da restrição da população ao 9º ano de escolaridade e o facto do estudo ter sido realizado numa só escola, além de só se ter tratado o estudo da unidade didáctica “o átomo”, são outras limitações a serem consideradas.

O facto de ter sido a investigadora a leccionar a sequência de aulas trouxe alguns problemas que podem ser considerados como limitações. Esta opção teve algumas desvantagens, como por exemplo, o facto da acumulação do papel de investigadora com o de professora. Essa dupla função originou algumas dificuldades, nomeadamente o facto de como professora não poder fazer a exploração didáctica da LM na Turma A, de acordo com a metodologia da investigação pré-definida e de, como investigadora, ter de mudar de estratégia didáctica e de registo discursivo, como era previsto, principalmente no início da aula, quando as aulas se seguiam sem intervalo. Podia-se ter optado por fazer a formação dos professores responsáveis pelas turmas onde o estudo foi conduzido e observar as aulas leccionadas por esses professores. Limitações de tempo e objectivos de formação pessoal em Didáctica da LM não deixaram que tal pudesse ser realizado.

A selecção de 12 dos alunos das três turmas foi um factor que se revelou redutor. Se se tivesse trabalhado com todos os alunos das três turmas poder-se-ia ter uma visão mais alargada da problemática em estudo.

A avaliação da aprendizagem conseguida pela leccionação da sequência das aulas poderia ter sido verificada por mais do que um instrumento investigativo e não ter sido realizada apenas através dos mapas de conceitos e entrevistas.

A entrevista, instrumento escolhido, para detectar as razões das escolhas feitas pelos alunos ao elaborarem o 1º e o 2º mapas de conceitos, não se revelou como um instrumento adequado ao objectivo, na medida que os alunos do 9º ano com capacidades cognitivas de nível concreto não conseguem verbalizar processos cognitivos complexos e metacognitivos. Deveriam, por exemplo, ter

sido escolhidos instrumentos investigativos indirectos entre o que era observado e o pensamento dos alunos.

Além das limitações metodológicas verificaram-se, também, limitações no quadro conceptual teórico.

A grande extensão de assuntos abrangidos pela problemática da metáfora, da analogia e da construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem, leva a que o estudo desta temática ultrapasse o contexto e o espaço temporal previstos para a realização deste trabalho. Consequentemente, muitos outros problemas ficaram ainda por examinar, como por exemplo, no campo das ciências cognitivas, a relação entre a metáfora, a analogia e a atenção ou a motivação. Outras questões muito pertinentes que não foram aqui tratadas profundamente relacionam-se com os mecanismos de processamento da informação e com os processos cognitivos, relacionados com a metáfora e a analogia, os quais poderiam ser abordados através da neurociência e da inteligência artificial, onde existem, actualmente, contributos teóricos do maior relevo. Tem-se consciência, ainda, do limitado aprofundamento dos contextos psicológico e sociológico da problemática deste estudo, o que constitui uma fragilidade na compreensibilidade do trabalho de investigação na sua globalidade.

### 3- IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Uma importante e urgente implicação educacional resultante deste estudo, relaciona-se com a formação de professores. A introdução da problemática da linguagem, da linguagem científica e mais especificamente da linguagem metafórica nos currículos de formação é um objectivo a atingir.

Espera-se que os resultados deste estudo contribuam para uma sensibilização da comunidade científica e dos professores - formadores de professores - para a importância da problemática da LM na formação de professores de ciências, quer inicial, quer contínua.

Conhecer melhor como a metáfora e a analogia são utilizadas por professores e por alunos poderá levar a fortes implicações educacionais, nomeadamente, a implementação de estratégias didácticas eficazes utilizando a LM que, por sua vez, podem conduzir a abordagens inovadoras na formação de professores de ciências.

A relação existente entre o processo de ensino-aprendizagem das ciências e a linguagem, a linguagem científica e a linguagem metafórica, não pode ser só compreendida através da análise da função comunicativa da linguagem, embora, naquele processo, a comunicação seja muito importante requerendo esta competências linguísticas e domínio de códigos linguísticos comuns a professores e alunos. Porque, a relação entre o ensino-aprendizagem das ciências e a linguagem não se esgota na função da comunicação, a perspectiva cognitivista e heurística da LM, abordada neste estudo, revela-se como essencial para o ensino e a aprendizagem das ciências.

Como se tem vindo a afirmar a exploração didáctica da LM, utilizada em sala de aula, é essencial para o desenvolvimento cognitivo do aluno e para a aprendizagem pela construção própria do conhecimento científico. Os professores com os alunos poderão construir modelos validados de ensino-aprendizagem assistidos pela LM, através do estudo sistemático das interacções entre a metáfora e a analogia e o conhecimento científico, observando e analisando os respectivos resultados.

Ao utilizar a LM é necessário que os professores se consciencializem de que muitos dos problemas dos alunos, observados durante a aprendizagem formal das ciências, estão relacionados com problemas da linguagem, especialmente da linguagem científica e da metafórica. Os alunos não fazem a transferência dos atributos e relações da fonte para o alvo, de forma automática, assim como não é também automaticamente que o aluno compreende uma metáfora ou analogia, ou o que é que o professor pretende ao utilizá-las. Os professores têm, também, de estar conscientes dos problemas que podem advir da utilização da LM se esta não for explorada didacticamente. É necessário, ainda, que os professores desenvolvam um processo de reflexão sobre as culturas dos alunos, dos grupos sociais e da sua própria cultura. É também necessário que reflectam sobre as dificuldades e as potencialidades do confronto dessas culturas e sobre a consequente interrelação com a cultura científica, desenvolvendo na sua prática pedagógica estratégias didácticas que a contemplem.

A utilização da metáfora e da analogia escritas nos manuais escolares permitirá não só uma melhor aprendizagem através do material escrito, como uma melhoria nos próprios manuais escolares. Para a aprendizagem será necessário incentivar e dar tempo aos alunos para lerem e para saberem retirar a informação escrita, relacionando as informações mais importantes. Pensar que os alunos aprendem apenas pelo facto de fazerem a leitura de um texto é uma noção incorrecta sobre como funcionam os mecanismos perceptivos subjacentes à extracção de informação a partir da leitura. Ao ensinar os alunos a estudarem através da leitura da informação científica escrita, explorando a LM encontrada nesses textos, poderá ser uma forma de fornecer uma nova estratégia de estudo para os alunos. Os professores têm de

ser consciencializados das actividades de leitura crítica, nomeadamente explorando as potencialidades da LM escrita.

Construir e desenvolver estudos avaliativos de materiais didácticos para o ensino-aprendizagem, que mostrem como certas metáforas e analogias podem ser utilizadas e exploradas na aprendizagem da Ciência é, também, uma implicação com relevância educacional.

O domínio da linguagem científica deverá ser visto como um processo caracterizado por uma constante procura de compreensão do conhecimento científico, e os alunos devem, além de a dominarem, compreender, também, os problemas específicos dessa linguagem científica. Os alunos poderem estar sujeitos a um clima permissivo e até estimulante de produção própria da metáfora e da analogia na sala de aula, potencializador do seu desenvolvimento cognitivo, é outra implicação educativa fortemente inovadora que permitirá construir o conhecimento científico pelo aluno.

Ainda outra implicação educacional importante, que poderá atingir, motivando, uma larga maioria de professores, será a possibilidade da introdução de pistas de exploração didáctica da LM nos currículos de ciências, nomeadamente nas actividades/sugestões metodológicas. incluídas nos documentos curriculares oficiais.

#### 4- RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS POSTERIORES

Com base nos resultados deste estudo, e tendo em conta o estado actual dos conhecimentos sobre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento no ensino e na aprendizagem, podem-se indicar algumas recomendações para estudos posteriores. Devido ao actual estado incipiente dos

conhecimentos, muitas questões se colocam e diversificadas linhas de investigação se podem vislumbrar. Organizaram-se estas possíveis linhas de investigação futura seguindo as seguintes áreas:

- A Metáfora, a Analogia e a Cognição
- A Metáfora, a Analogia e o Ensino
- A Metáfora, a Analogia e a Formação de Professores
- A Metáfora, a Analogia e os Manuais Escolares
- A Metáfora, a Analogia e os Currículos
- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem

Não se consideraram os aspectos ligados à metáfora, à analogia e à construção do conhecimento científico que não foram tratados neste estudo, como por exemplo, os aspectos ligados à neurociência e ao processamento da informação.

#### 4.1-A Metáfora, a Analogia e a Cognição

O processo de compreensão e assimilação de conceitos feito através da metáfora e da analogia faz parte da cognição humana. Há muitas interrogações sobre o funcionamento do processo cognitivo subjacente à compreensibilidade da metáfora e da analogia e sobre as etapas desse processo. No entanto, a maior parte dos autores, explícita ou implicitamente, reconhece a existência de vários procedimentos cognitivos para a compreensão da metáfora. Existem procedimentos anteriores ao processo de compreensão da metáfora e da analogia, os quais dependem do contexto onde o mesmo ocorre. Esses procedimentos que carecem de estudo sistematizado são: (i) o reconhecimento que se está a utilizar uma metáfora; (ii) a apreensão do significado que essa metáfora tem; (iii) a interpretação feita pelo ouvinte/leitor.

A tendência para raciocinar analogicamente é importante para a construção do conhecimento científico, assim como o desenvolvimento de capacidades cognitivas como a memória, a imaginação, a criatividade e a resolução de problemas. É necessário uma maior compreensão de todos os mecanismos cognitivos envolvidos na aprendizagem de conceitos científicos e a LM. Assim como é importante saber como o conhecimento científico, as diferenças individuais e o desenvolvimento cognitivo influenciam a produção, compreensão e utilização da metáfora e da analogia e, reciprocamente, como estas influenciam esses mecanismos cognitivos e a própria construção do conhecimento científico.

É necessário conhecer até que ponto a compreensão da metáfora e da analogia depende ou está intimamente ligada com: (i) a aquisição da LM; (ii) as capacidades cognitivas que os alunos têm de mobilizar para criar, compreender e utilizar a metáfora e a analogia; (iii) as estratégias cognitivas que eles utilizam quando as compreendem, as usam ou as criam, comparativamente com os adultos; (iv) as condições necessárias para o desenvolvimento de capacidades cognitivas através da LM; (v) a identificação das razões que dão origem a confusões e erros de compreensibilidade.

Seria didacticamente útil identificar as características da própria metáfora e/ou analogia, o contexto em que estas são utilizadas, as experiências e os conhecimentos anteriores e a riqueza do património linguístico individual, de modo a tornar a metáfora e a analogia um importante instrumento de desenvolvimento cognitivo.

O efeito interactivo da metáfora e analogia com o conhecimento prévio do aluno e o aumento do conhecimento deste pela apresentação da informação



na forma de LM, necessita também ser estudado. Considerando a LM como um factor importante no processo de construção do conhecimento, investigar a metáfora e/ou a analogia e os respectivos processos de transferência das características dos domínios considerados, a diferenciação e a reorganização do conhecimento prévio que estas podem promover, permitirá não só compreender como a competência metafórica evoluiu, mas também compreender o próprio desenvolvimento cognitivo.

Continua a ser intrigante, apesar dos estudos já realizados e das várias teorias propostas, como é que a memória permite que novos conhecimentos surjam pela mobilização e reconstrução do conhecimento preexistente, relacionado com objectos ou acontecimentos que anteriormente nunca estiveram associados, possibilitando a construção de novas metáforas e/ou analogias.

Relacionar a percepção com a metáfora e/ou analogia levanta sérios problemas ainda não resolvidos. Não há estudos significativos sobre a influência do tipo de informação perceptual e do estímulo perceptual disponível no conhecimento do mundo real e na compreensão da metáfora e/ou da analogia.

Embora se julgue útil e relevante considerar os processos desenvolvimentistas de produção, utilização e compreensão da LM que estão referenciados como ocorrentes em crianças pequenas, é preciso conhecer melhor o que se passa com os adolescentes em relação a esta temática. Uma visão global da natureza e da complexidade do processo de utilização, compreensão e produção da LM por parte dos adolescentes, nos vários níveis do processo educativo, necessita ainda ser construída.

Haveria ainda, certamente, implicações didáticas relevantes baseadas no estudo da influência do estilo cognitivo na preferência pela LM e no estudo das diferenças individuais relacionadas com as capacidades de raciocinar analogicamente.

A compreensão da LM parece requerer mecanismos conceptuais diferentes da sua produção e da utilização, não estando tão directamente ligada ao estilo cognitivo. Será, então, necessário validar a taxionomia apresentada neste estudo que relaciona uma tipologia da LM com o comportamento cognitivo (cf. III Parte, Cap II).

Devido ao grande desconhecimento dos processos cognitivos relacionados com a metáfora e a analogia, muitas questões de investigação se podem, então, formular:

(i) Qual o processo de construção do conhecimento através de imagens mentais? A metáfora e/ou a analogia activam os esquemas de conhecimento anteriores e facilitam a estruturação de novos conhecimentos, ou induzem processos de distorção e de modificação de dados próprios do domínio novo para que estes dados se ajustem melhor aos esquemas anteriormente adquiridos? (ii) Permitem um armazenamento de informação nova mais durável do que a informação estritamente fornecida sem o uso da metáforas e/ou da analogia? (iii) A apresentação de conceitos desconhecidos utilizando a LM melhorará a sua aquisição e compreensão? (iv) O aumento do conhecimento anterior e a apresentação da informação através da LM influencia o desenvolvimento conceptual? (v) Como é que a linguagem científica e a LM facilita o nosso processo de pensamento em Ciência? (vi) Como é que a linguagem científica socializada da comunidade científica pode

constrangir e limitar a actividade mental interna em cada indivíduo? (vii) Como é que professores e alunos são capazes de traduzir os resultados do processo de pensamento relativo às actividades em Ciência através da LM numa forma compreensível para os outros? (viii) Como é que professores e alunos são capazes de descodificar a LM uns dos outros para chegar ao pensamento que pretendem expressar? (ix) Como é que se raciocina por analogia? (x) Que processos mentais conduzem à utilização correcta do raciocínio analógico? (xi) Como se faz os ajustamentos nas comparações quando estas são pobres? (xii) A criança, o adolescente e o adulto interpretam e compreendem a metáfora e a analogia do mesmo modo?

#### 4.2- A Metáfora, a Analogia e o Ensino

Nesta temática, e após os resultados deste trabalho, a maior recomendação foca a necessidade de uma maior atenção na investigação didáctica da LM no ensino das ciências, num quadro constructivista. Igual atenção aos problemas da linguagem e da linguagem científica, nomeadamente no planeamento das actividades de aprendizagem e no diagnóstico das dificuldades de alunos e professores, também se reconhece como essencial.

Uma linha de investigação que se vislumbra importante relaciona-se com a validação de modelos de ensino assistidos por metáforas e analogias. Esta linha de estudo está ainda pouco desenvolvida e, no entanto, as potencialidades e os perigos inerentes à respectiva utilização acrítica no ensino das ciências, apontam para a necessidade de um forte investimento nesta área de investigação. Espera-se que desses estudos resultem modelos eficientes que possam ser utilizados pelos professores como suporte do uso didáctico da metáfora e da analogia.

Nesta perspectiva, os vários modelos de ensino e de aprendizagem, orais ou escritos, que tenham sido apresentados para uma exploração didáctica na sala de aula pelo professor, pelos manuais escolares, ou o apresentado neste estudo, precisam de ser validados por estudos empíricos em contexto formal, nas suas vertentes de desenvolvimento e da eficácia de estratégias didácticas de modo a que possam ser seguramente utilizados por professores, alunos e autores de manuais. Estes estudos, quer sejam centrados nos professores, quer nos alunos, têm de ter em conta que se está a lidar com variáveis relacionadas com indivíduos, com capacidades cognitivas e profissionais diversificadas, as quais intervêm activamente no processo de ensino-aprendizagem.

É importante não só estudar os modelos mas, também, os diferentes modos de exploração didáctica duma metáfora ou duma analogia, sistematizando e validando os aspectos mais relevantes a ter em consideração, de forma a que os alunos cheguem à aprendizagem desejada envolvendo estratégias de intervenção diferenciadas e adequadas a diversos contextos educativos, nomeadamente, os relacionados com os alunos, os professores e os conteúdos.

Para que estes estudos se possam desenvolver é necessário diagnosticar como são usados os modelos didacticamente no ensino das ciências, em contexto de sala de aula.

É importante observar as metáforas e as analogias que os professores utilizam na sala de aula, e identificar com que conteúdos, para que diferentes funções no processo de ensino/aprendizagem elas são utilizadas, apresentando os possíveis resultados implicações educacionais relevantes.

Estudos que pretendam identificar e definir as características da LM e identificar quais os critérios para a formulação de uma boa metáfora ou analogia a utilizar na aprendizagem dos conceitos em Ciência são úteis para isolar e prescrever os atributos e/ou as relações essenciais (ou conjunto de atributos e/ou das relações). Esses estudos deverão, necessariamente, ser avaliados, de modo sistemático.

É também didacticamente relevante desenvolver estudos avaliativos dos materiais didáticos para o ensino-aprendizagem que mostrem como certas metáforas e analogias podem ser utilizadas e exploradas na aprendizagem da Ciência.

As estratégias que sistematizam o uso da LM em sala de aula deverão ter em conta os processos de construção da metáfora e da analogia por parte do professor e por parte do aluno. Esse processo de construção deverá ser relacionado com o desenvolvimento da linguagem, o nível de desenvolvimento cognitivo e socioafectivo. Todas estas questões poderão transformar-se em linhas de investigação futura.

Parece ser educacionalmente interessante a identificação da metáfora e da analogia mais adequadas a um determinado conceito ou fenómeno científico. A construção do guia para o professor ou banco de dados sobre a possível exploração didáctica da metáfora e da analogia, escolhidas para determinados conteúdos e para determinados níveis etários dos alunos, poderá ser um contributo para a didáctica da metáfora e da analogia. Esta poderá ser uma área de estudos na futura investigação em Didáctica.

Existem poucos estudos investigativos sobre as características individuais que permitam compreender as razões justificativas que levam a que um determinado indivíduo produza ou utilize, frequentemente, a metáfora e/ou a analogia, na sua linguagem quotidiana. Quais serão as características individuais existentes em professores e alunos que os levam a preferirem uma aprendizagem utilizando a LM?

#### 4.3- A Metáfora, a Analogia e a Formação de Professores

Na perspectiva da actuação prática em sala de aula, é necessário estudar modos adequados de uma formação de professores reflexiva, sobre a utilização da LM. Essa formação deverá habilitar os professores, no âmbito de uma perspectiva constructivista, com o conhecimento de uma série de estratégias pedagógicas, de métodos e técnicas didácticas sistematizadas de exploração didáctica da LM, centradas nos alunos, explorando as potencialidades e controlando as limitações. Esses métodos e técnicas deverão ser adequados e adaptados ao ensino-aprendizagem da Ciência e à aprendizagem do aluno em contexto de sala de aula, e poderão ser englobados em vários estilos de ensino. Para ser possível uma formação que possibilite este tipo de trabalho é preciso existir um corpo de formadores habilitados com o conhecimento tanto da problemática da LM com da construção do conhecimento científico no ensino e na aprendizagem.

É preciso conhecer mais profundamente como os formadores, que têm a seu cargo a formação de professores de ciências quer inicial, quer contínua, abordam a problemática da LM e quais os problemas que eles próprios sentem. É necessário avaliar o impacto dos cursos de formação inicial que abordam a LM, e o impacto dos mesmos nas actividades de

ensino/aprendizagem na Escola. É ainda importante saber como e em que condições, os alunos fazem a transferência dos conhecimentos adquiridos nas Universidades para as actividades de ensino. O conhecimento das respostas a estas questões permitirá, incorporando a LM, ter dados para decisões futuras de formação de professores, ligar interactivamente a formação com as práticas e, conseqüentemente, implementar melhores estratégias de formação de professores de ciências.

A investigação no campo de formação de professores deverá analisar a metáfora e/ou a analogia como meio poderoso para investigar o pensamento e acção do professor e o significado que ele atribui às situações didácticas. A análise e interpretação das metáforas ou das analogias na investigação sobre formação de professores permitirá a construção de quadros teóricos e explicitação de alguns problemas reais, tais como os êxitos e os fracassos da vida quotidiana na escola e na sala de aula permitindo também encontrar possíveis respostas a esse problema.

Considera-se relevante o aprofundamento e a adequação à realidade portuguesa dos trabalhos de Munby (1990) que incidem na investigação de percursos profissionais de professores, pela análise das respectivas práticas através de diferentes metáforas e analogias que os mesmos vão formulando em diferentes fases da sua vida profissional.

Estudos baseados na análise das contradições existentes e, por vezes, não consciencializadas, entre as metáforas e as analogias que os professores julgam que orientam a sua actuação e as práticas realmente implementadas. É educacionalmente importante que os investigadores com os professores,

reflectindo nos problemas teóricos e práticos que daí advêm, tentem encontrar as respectivas soluções.

Investigar como uma determinada metáfora ou analogia fornece perspectivas educacionais novas constitui, também, um forte motivo de formação de professores. Ao investigar como a metáfora e/ou a analogia, aplicadas ao ensino, provocam a mudança de concepções e a criação de novos significados da função dos professores e do papel do aluno, está-se, conseqüentemente, a investigar a reformulação dos métodos e das estratégias didáticas.

É necessário investir mais na investigação sobre formação de professores de modo a que se promovam estratégias didáticas permissíveis à utilização de metáforas e analogias pelos alunos, estratégias essas que poderão constituir uma base para a construção do conhecimento pelo aluno, objectivo central desta investigação.

#### 4.4- A Metáfora, a Analogia e os Manuais Escolares

Estudos compreensíveis das relações entre professor-aluno-manuais escolares baseados na utilização da LM precisam ser desenvolvidos ao longo do currículo, numa perspectiva horizontal e vertical.

São necessários estudos sobre a metáfora e a analogia e os manuais escolares de uma forma diversificada, e focados nos vários intervenientes, nomeadamente, no professor, no aluno, nos autores, no texto, na LM utilizada e na própria aprendizagem dos conceitos científicos.

É necessário saber se, nos alunos, a relação entre o envolvimento do aluno/leitor com o texto é aumentada com a utilização da LM, de modo a promover a motivação, a resolução de problemas, a criatividade e outras



capacidades cognitivas, assim como a integração da informação com o seu próprio conhecimento. A influência nas estratégias de estudo precisam de ser compreendidas, nomeadamente, as anotações metafóricas, os sublinhados nas analogias existentes, as relações da metáfora e da analogia com a linguagem literal, a leitura analógica de textos sobre o mesmo tópico, ou seja, a análise da aprendizagem por analogia das ideias encontradas nos vários textos, o estudo por guias de analogias quando os houver. Saber, assim, o que e como os alunos interpretam e aprendem através da LM escrita nos manuais escolares é mais uma das áreas onde existe carência de trabalho de investigação.

Os alunos com diferentes conhecimentos anteriores, capacidades diferenciadas de aptidão verbal e diferentes níveis de compreensão de leitura aprenderão de forma diferenciada através da LM introduzida nos textos dos manuais escolares?

Na investigação futura será necessário um aprofundamento dos processos cognitivos que estão envolvidos na construção do conhecimento científico e da metáfora e a analogia escritas nos manuais escolares e nos textos didácticos, assim como dos factores que influenciam esses processos.

Deve ser também estudada a influência, na aprendizagem, da localização da metáfora e da analogia no texto escrito, assim como a influência das suas características, de modo a ser possível a selecção das melhores metáforas e analogias.

A ligação entre a LM utilizada nos manuais escolares e o modo como as mesmas devem ser exploradas pelos professores, constitui outra linha necessária de investigação didáctica.

#### 4.6- A Metáfora, a Analogia e os Currículos de Ciências

Identificar as razões pelas quais os planeadores do currículo não incluem a metáfora e a analogia, nem actividades relacionadas com a aprendizagem da linguagem científica. Testar, por estudos empíricos, os resultados de tal inclusão, quer em professores, quer em alunos através de módulos de ensino pré-construídos, parece ser outra das linhas de investigação com impacto educacional.

#### 4.7- A Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem

Muitas questões se põem à investigação sobre a metáfora, a analogia e a construção do conhecimento científico em contexto formal de ensino.

É essencial a realização de estudos sobre os factores que contribuem para o sucesso da aprendizagem em Ciência utilizando a LM, quer estes factores sejam cognitivos, sociais, culturais, pessoais ou contextuais.

As investigações sobre o ponto de vista educativo realizadas com o objectivo de validar a eficácia do uso da metáfora e da analogia na aprendizagem da Ciência, necessitam de ser revistas. É preciso conhecer não só as situações favoráveis à aprendizagem mas, também, as circunstâncias pelas quais a utilização da metáfora e da analogia podem transformar situações de aprendizagem em situações confusas.

É, didacticamente, importante a investigação sobre a problemática da linguagem, da linguagem científica e da linguagem metafórica e a construção conceptual pelos alunos na aprendizagem da Ciência.

Estudos de atitudes de alunos e professores e autores de manuais escolares perante a utilização da LM na aprendizagem das ciências devem, também, ser desenvolvidos.

A relação entre as características pessoais e sociais do aluno e a aprendizagem da Ciência utilizando a LM, continua a ser um campo desconhecido que necessita de ser investigado. Ouvir como os alunos utilizam e geram as suas próprias metáforas e/ou analogias, e como o fazem para comunicar as suas percepções, permitirá uma maior compreensão da construção do conhecimento científico pelos alunos. É necessário identificar os factores que influenciam a própria produção da LM e que são conducentes à evolução da aprendizagem científica. O diagnóstico das dificuldades individuais em gerar a LM, ou utilizar a LM, espontaneamente, tais como a relutância em exprimir opiniões ou sentimentos próprios, ou a incapacidade de abstracção, etc. e características pessoais como a timidez, a introversão etc., podem dar perspectivas novas sobre o ensino-aprendizagem das ciências utilizando a LM.

Os assuntos relacionados com a LM, a avaliação da aprendizagem e outras actividades metacognitivas precisam de ser exploradas.

Ainda outra linha de investigação relaciona-se com a análise da LM na evolução do significado de um determinado conceito e a aprendizagem desse mesmo conceito.

Os resultados de estudos sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos centrados no significado e nas interrelações entre a linguagem utilizada na expressão do conhecimento científico próprio e o da comunidade científica, a

influência da linguagem vulgar na aprendizagem dos conceitos científicos e a caracterização das influências linguísticas e culturais na aprendizagem da Ciência podem contribuir para adequar as actividades do ensino-aprendizagem aos alunos.

Devem ser realizados estudos sobre a interrelação entre a metáfora e a analogia preexistentes e a aprendizagem de uma nova metáfora e analogia, nomeadamente aquelas que representam o conhecimento desactualizado em confronto com o novo conhecimento, de modo a diagnosticar as dificuldades e a planear estratégias didácticas de mudança conceptual.

São necessários estudos empíricos que permitam testar a eficácia e novidade da metáfora e da analogia na apropriação pelos indivíduos dos conceitos e conhecimentos novos.

Uma futura área de investigação deverá incluir o estudo da compreensão e produção da linguagem na aula de ciências e, particularmente, a LM, assim como o estudo da interacção da linguagem com os factores culturais e com a cultura científica.

Os investigadores terão de capturar os elementos cognitivos como os da criatividade e resolução de problemas para compreenderem a reestruturação de conceitos em e sobre a Ciência, através da LM.

Tem de ser estudado o papel da afectividade como factor importante para o desenvolvimento do raciocínio analógico e para a utilização, produção e compreensibilidade da metáfora e/ou analogia.

Mantém-se ainda desconhecido o processo considerado altamente criativo da produção da metáfora e da analogia, embora já seja conhecida a existência de

uma relação desse processo com a riqueza da experiência pessoal anterior, a quantidade de vocabulário passível de ser utilizado, a imaginação, a emoção e a motivação.

Tendo como base diferentes campos de análise, será importante a investigação sobre o uso dos modelos didáticos no ensino-aprendizagem da Ciência como elementos construtores do conhecimento. É pouco conhecido como os alunos conceptualizam a natureza dos modelos, ou seja, na concepção dos alunos, para que é que servem, como e por quem foram construídos, em que condições podem ser mudados e o que é que representam.

Deve-se continuar a desenvolver a investigação sobre a teoria e a prática na utilização de modelos (metáforas científicas) para a construção do conhecimento por parte dos alunos, na Educação em Ciência.

Uma linha de investigação ligada ao estudo dos modelos para a aprendizagem da Ciência relaciona-se com a interligação entre esses modelos e as concepções alternativas dos alunos e com os respectivos conhecimentos prévios. Considera-se relevante a realização de estudos empíricos que apresentem a Ciência de um modo problematizador, de forma a que os alunos possam, eles próprios, testar as suas ideias. No âmbito dessa perspectiva é também importante que o professor avalie a oportunidade de os alunos construírem os seus modelos alternativos, cuja interpretação está originalmente no seu conhecimento prévio e nas suas concepções alternativas.

Muitas questões se levantam acerca da utilização da metáfora e da analogia em Ciência: Como é que diferentes tipos da metáfora e da analogia em Ciência

contribuem para o desenvolvimento do conhecimento científico? Em que casos servirá a metáfora e a analogia para a respectiva função em Ciência? Qual a natureza da metáfora e da analogia que melhor contribui para a compreensão de uma teoria? Como é que as metáforas científicas de domínios separados se distinguem com o respectivo tema e como é realizada a redefinição do conceito dessa teoria? Como podem os cognitivistas explicar os aspectos da metaforização em Ciência, como por exemplo, o trabalho mental inconsciente que resulta na criação de novos significados? Como seleccionar as "boas" metáforas e analogias e rejeitar as más? Que processos subjacentes ao raciocínio analógico conduzem a boas previsões? Como é que a metáfora e/ou a analogia podem ser usadas para encontrar a solução de um problema em Ciência.

## **BIBLIOGRAFIA**





## REFERÊNCIAS

- A. P. M. (Ed.) (1988). A Renovação do Currículo de Matemática. *APM*.
- Abel, R. R., Kulheny, R. W. (1986). Maps, Mode of Text Presentation and Children's Prose Learning. *American Educational Research Journal*, 23, 263-274.
- Abraham, M. R., Grybowski, E. B., Renner, J. W., Marek, E. A. (1992). Understandings and Misunderstandings of Fifty Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 105-120.
- Achenback, T. (1970). Standardization of a Research Instrument for Identifying Associative Responding in Children. *Journal of Developmental Psychology*, 2, 283-291.
- Alesandrini, K. L., Rigney, J. W. (1981). Pictorial Representations and Review Strategies in Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 18 (5), 465-474.
- Alexander, P. A., Wilson, V. L., White, C. S., Fuqua, J. D., Clark, G. D., Wilson, A. F., Kulikowitch, J. M. (1989). Development and Analogical Reasoning in 4 and 3 Year Old Children. *Cognitive Development*, 4, 65-88.
- Alexander, P. A., Wilson, V. L., White, C. S., Fuqua, J. D. (1987). Analogical Reasoning in Young Children. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 401-408.
- Althussen, L. (1974). *Philosophie et Philosophie Spontanée des Savants*.
- Ambrósio, T. (1988). Limitations des Méthodes d'Observation dans l'Investigation des Processus d'Auto Organization des Systèmes Sociaux et Humains. *Actas do Colóquio Internacional da AIPELF*. Lisboa: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação.
- Anderson, J. R. (1981). *Cognitive Skills and their Acquisition*. In J. R. Anderson (Ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Anderson, J. R. (1983). A Spreading Activation Theory of Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 261-295.
- Anglin, J. M. (1985). The Child's Expressive Knowledge of Words Concepts. In K. E. Nelson (Ed.), *Children's Language* (vol.5). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arca, M. (1987). Modeles Enfants et Scientifiques pour la Connaissance du Vivant. In A. Giordan et J. L. Martinand (Ed.), *Modèles et Simulation*. Neuvièmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Chamonix.
- Arca, M., Guidoni, P., Mazzoli, P. (1983). Structures of Understanding at the Root of Science Education: Part I Experience, Language and Knowledge. *European Journal of Science Education*, 5, 367-375.
- Argyris, C., Schön, D. A. (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley.

- Aristotle (1984). *The Complete Works of Aristotle, The Revised Oxford Translation*. In Jonathan Barnes (Ed.). Princeton, Conn: Princeton University Press.
- Armbruster, B.B., Anderson, T.H. (1984). Mapping: Representative Informative Text Diagrammatically. In C.D. Holley and D.F. Dansereau (Eds.), *Spatial Learning Strategies*. Orlando, FL: Academic Press.
- Arnheim, R. (1979). *La Pensée Visuelle*. Paris: Flammarion.
- Arnold, T., Dwyer, F. (1975). Realism in Visualized Instruction. *Perceptual and Motor Skills*, 40, 309-380.
- Asch, S. E., Nerlove, H. (1960). The Development of Double Function Terms in Children: An Explanatory Study. In B. Kaplan and S. Wapner (Eds.), *Perspectives in Psychological Theory* (pp. 47-60). New York: International Universities Press.
- Ault, C. R. (1985). Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science. *Journal of College Science Teaching*, 15 (1), 38-44.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. (1986). Problem-Solving and Creativity. In *Educational Psychology: a Cognitive View.*, (2nd ed.) (pp. 565-594). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J., Hanesian, H. (1986/1968). *Educational Psychology: a Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bachelard, G. (1964). *The Poetics of Space*. New York.
- Bachelard, G. (1971). *A Epistemologia* (vol. 1). Lisboa: Edições 70.
- Bachelard, G. (1971). *La Politique de la Révérie*. Paris.
- Bachelard, G. (1976). *A Filosofia do Novo Espírito Científico: A Filosofia do Não*. Biblioteca de Ciências Humanas (vol. 21). Lisboa: Editorial Presença.
- Bacon, F. (1985). *Le "Valerius Terminus". De l'Interpretation de la Nature*. (Traduction de François Vert). Paris: Méridiens Kincksieck.
- Baddeley, A. D., Grant, S., Wight, E., Thompson, N. (1974). Imagery and Visual Working Memory. In P. M. A. Rabbitt and S. Dornic (Eds.). *Attention and Performance*. London: Academic Press.
- Baechle, C. L., Lian, M. G. J. (1990). The Effects of Direct Feedback and Practice on Metaphor Performance in Children With Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 23 (7), 451-455.
- Baird, J. R., Fensham, P. J., Gunstone, R. F., White, R. T. (1991). The Importance of Reflection in Improving Science Teaching and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (2), 163-182.

- Baker, R. J. (1991). Metaphors of Mindful Engagement and a Vision of Better Schools. *Educational Leadership*, 32-35.
- Baptista Pereira, M. (1983). Introdução à Metáfora Viva. In Rés (Eds), *A Metáfora Viva* (pp.I-XLV). Porto.
- Bardin, L. (1977). Análise de Conteúdo. (Traduzido por Luís A. Reto e Augusto Pinheiro). Persona, Lisboa: Edições 70.
- Barnes, D., Britton, J., Rosen, H., I. A. T. E. (1971). *Language, the Learner and the School*. Penguin Books (Pub.).
- Barrell, J., Oxman, W. (1984). *Hi Wells and Walking Shadows. Metaphoric Thinking in Schools*. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans.
- Barron, F. (1969). *Creative Person and Creative Process*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bayman, P., Mayer, R. E. (1988). Using Conceptual Models to Teach BASIC Computer Programming. *Journal of Educational Psychology*, 80, 291-298.
- Bean, T. W., Searles, D., Singer, H., Cowan, S. (1990). Learning Concepts from Biology Text Through Pictorial Analogies and an Analogical Study Guide. *Journal of Educational Research*, 83 (1), 233-239.
- Bean, T. W., Singer, H., Cowan, S. (1985). Acquisition of a Topic Schema in High School Biology Through an Analogical Study Guide. In J.A. Niles and R.V. Lalik (Eds.), *Issues in Literacy: a Research Perspective*. Thirty-Fourth Yearbook of National Reading Conference. Rochester, New York: National Reading Conference.
- Beardsley, M. C. (1958). *Aesthetics., Problems in the Philosophy of Criticism* New York: Harcourt Brace Jovanovich Co.
- Beardsley, M. C. (1976). Metaphor and Falsity. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 35, 218-222.
- Belleza, F. S. (1986). A Mnemonic Based on Arranging Words on Visual Patterns. *Journal of Educational Psychology*, 78, 217-224.
- Bennett, G. K., Seahore, H. G., Wesman, A. G. (1982). *DAT Tests de Aptitudes Differentials, Manual* (6ª ed.). In TEA (Eds.). Madrid: Publicaciones de Psicología Aplicada.
- Berggren, D. (1962). The Use and Abuse of Metaphor I. *Review of Metaphysics*, 16, 237-258.
- Berggren, D. (1963). The Use and Abuse of Metaphor II. *Review of Metaphysics*, 16, 450-472.
- Bernstein, B. (1974). Social Class, Linguistic Codes and Grammatical Elements. In B. Bernstein (Ed.), *Class, Codes and Control (vol. I)* (2nd ed.). London: Routledge and Kogan Paul.
- Berry, D. C. (1983). Metacognitive Experience and Transfer of Logical Reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 39-49.

- Bideaud, J. (1988). Traitment Analogique et Traitment Propositionnel dans la Résolution d'une Tâche Piagetienne, *Archives de Psychologie*, 56, 295-300.
- Billow, R. M. (1975). A Cognitive Developmental Study of Metaphor Comprehension. *Developmental Psychology*, 11(4), 415-423.
- Billow, R. M. (1981). Observing Spontaneous Metaphor in Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 31, 430-445.
- Binkley, T. (1974). On the Truth and Probity of Metaphor. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 33, 171-180.
- Black, M. (1962). *Models and Metaphors. Studies in Language and Philosophy*. New York: Cornell University Press.
- Black, M. (1979). More About Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 19-45). Cambridge: Cambridge University Press.
- Blanchet, A., Bézille, H., Florand, M. F., Giami, A., Desprairies, F. G., Gotman, A., Léger, J. M., d'Allonnes, C. R., Zylberstein-Vaisman, L. (1985). *L'Entretien dans les Sciences Sociales*. In Dunod (Ed.). Paris: Bordas.
- Boaventura Sousa Santos (1988). *Um Discurso Sobre as Ciências*. Porto: Edições Afrontamento.
- Boaventura Sousa Santos (1989). *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*. Biblioteca das Ciências do Homem. Porto: Edições Afrontamento.
- Bohm, D., Peat, F. D. (1989). *Ciência, Ordem e Criatividade*. (Traduzido por Jorge Silva Branco. Trabalho original publicado em 1987). Lisboa: Gradiva.
- Booth, W. C. (1979). Ten Literal "Theses". In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 173-174). Chicago: The University of Chicago Press.
- Borasi, R. (1988). *Towards a Reconceptualization of the Errors in Education: The Need for New Metaphors*. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, LA.
- Boswell, D. A. (1986). Speaker's Intentions: Constraints on Metaphor Comprehension. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1(3), 153-170
- Boyd, R. (1979). Metaphor and Theory Change: What is "Metaphor" a Metaphor for? In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 359-408). Cambridge: Cambridge University Press.
- Boyd, R., Gasper, P., Trout, J. D. (Eds.) (1992). *The Philosophy of Science*. A Bradford Book. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bransford, J. D., Johnson, M. K. (1972). Contextual Prerequisites for Understanding: Some Investigations of Comprehension and Recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 717-726.

- Briscoe, C. (1991). The Dynamic Interactions Among Beliefs, Role Metaphors, and Teaching Practices: a Case Study of Teacher Change. *Science Education*, 75(2), 185-199.
- Broderick, V. (1991). Young Children's Comprehension of Similarities Underlying Metaphors. *Journal of Psycholinguistic Research*, 20(2), 65-81.
- Bromage, B. K., Mayer, R. E. (1981). Relationship Between What is Remembered and Creative Problem Solving in Science Learning. *Journal of Educational Psychology*, 73, 451-461.
- Brophy, J. E. (1983). Classroom Management and Organization. *Elementary School Journal*, 83, 265-286.
- Brown, A. L., Campione, J. C., Reeve, R. A., Ferrara, R. A., Palincsar, A. S. (1991). Interactive Learning, Individual Understanding. In L.T. Landsmann (Ed.), *Culture, Schooling and Psychological Development* (pp. 136-170). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corp.
- Bruner, J. (1966). *On Knowing*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J., Goodnow, J., Astin, G. (1956). *A Study of Thinking*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Butler, J. (1991). *Reflective Practitioners: the Curriculum of Self Development*. Paper presented at The Annual Meeting of the Australasian Science Education Research Association. Surfers Paradise, Australia.
- Buzan, T. (1974). *Using Both Sides of the Brain*. New York: Dutton.
- Cabral de Sousa, M. L. (1994). *The Relation Between Metalinguistic Awareness and Reading in the Native and in the Foreign Language*. Doctoral Dissertation. Ponta Delgada, Açores: Universidade dos Açores.
- Cachapuz, A. (1990). Linguagem Metafórica e o Ensino das Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*. Universidade do Minho (Ed.). Braga.
- Cachapuz, A., Oliveira, M. T. (1990). Metaphorical Language, Science Teaching and the Initial Teacher Training in Portugal. What's Missing? In Proceedings of the Conference *Teacher Education in Europe: The Challenges Ahead*. Glasgow, Escócia: Jordanhill College.
- Camac, M. K., Glucksberg, S. (1984). Metaphors Do Not Use Associations Between Concepts, They are Used to Create Them. *Journal of Psycholinguistic Research*, 13, (6), 443-455.
- Carbonnel, J. G. (1986). Derivational Analogy: A Theory of Reconstructive Problem Solving and Expertise Acquisition. In R.S. Michalski (Ed.), *Machine Learning* (vol. II, pp. 371-392). Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Catarino Soares, J. M. (in press). *Space in Portuguese Sign Language: A Study in Corporeal Semantics*. Doctoral Dissertation. Boston, MA: Boston University.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: their Structure, Growth, and Action*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.

- Cavagnol, R. M., Barnett, J. A. (1976). Simple Model for Fouch Concepts. *Journal of Chemical Technology*, 53(10), 643-644.
- Champanhe, A. B., Klopfer, L. E., Desena, A. T., Squires, D. A. (1991). Structural Representations of Students' Knowledge Before and After Science Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 18 (2), 97-111.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton.
- Chomsky, N. (1964). Degrees of Grammaticality. In Y. Fedor, J. Katz (Eds.), *The Structure of Language*. Englewood Cliffs: New Jersey: Prentice Hall.
- Chomsky, N. (1988). *Language and the Problems of Knowledge*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Cicione, M., Gardner, H., Winner, E. (1981). Understanding the Psychology in Psychological Metaphors. *Journal of Child Language*, 8, 213-216.
- Clanton, C. (1983). The Future of Metaphor in Man-Computer Systems. *Byte*, 12, 263-270.
- Clark, H. H., Gerrig, R. J. (1983). Understanding Old Words With New Meanings. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 591-608.
- Clark, H., Carlson, T. (1981). Context for Comprehension. In J. Long and A. Bac (Eds.), *Attention and Performance IX* (pp. 313-330), Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clark, H., Clark, E. (1977). *The Psychology of Language*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Cleland, C. J. (1981). Highlighting Issues in Children's Literature Through Semantic Webbing. *The Reading Teacher*, 34, 642-646.
- Clement, C. A., Gentner, D. (1991). Systematicity as a Selection Constraint in Analogical Mapping. *Cognitive Science*, 15, 89-132.
- Clement, J. (1988). Observed Methods for Generating Analogies in Scientific Problem Solving. *Cognitive Science*, 12, 563-586.
- Clement, J. (1989). Learning Via Model Construction and Criticism: Protocol Evidence on Sources of Creativity in Science. In J.A. Glover, R.R. Ronning and C.R. Reynolds (Eds.), *Handbook of Creativity, Assessment Research and Theory* (pp. 341-381). New York: Plenum.
- Clement, J. (1991). Non Formal Reasoning in Experts and in Science Students: the Use of Analogies in Extreme Cases and Physical Intuition. In James F. Vois, David Perkins and Judith Segal (Eds.), *Informal Reasoning and Education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clement, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1241-1257.

- Clement, J., Brown, D., Camp, C., Kudukey, J., Minstrell, J., Palmer, D., Schultz, K., Shimabukuro, J., Steinberg, M., Veneman, V. (1989). Overcoming Students' Misconceptions in Physics : the Role of Anchoring Intuitions and Analogical Validity. In J. D. Novak (Ed.), (pp. 84-97). *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*.
- Cohen (1978). *Theorie de la Figure*. Communications 16 (p. 5).
- Cohen, L. J. (1979). The Semantics of Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 64-77). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cohen, M. M., Kottkamp, R. B., McCloskey, G. N., Provenzo, E. F. (1988). Metaphor and Meaning in the Language of Teachers. *Teachers College Record*, 90, 551-573.
- Collins, A., Gentner, D. (1978). *The Role of Analogical Models in Learning Scientific Topics*. In Beranek and Newman Report. Proposal Number P78 - 1SD - 64. Cambridge, MA: Bolt.
- Collins, A., Gentner, D. (1982). *Constructing Runnable Mental Models*. IV Colloque de la Société des Recherches Cognitives. Ann Arbor, MI.
- Cometa, M. S., Eson, M. E. (1978). Logical Operations and Metaphor Interpretation: A Piagetian Model. *Child Development*, 49, 649-659.
- Coménio, J. A. (1976). *Didáctica Magna: Tratado da Arte Universal de Ensinar Tudo a Todos*. (Traduzido por J. Ferreira Gomes) (2ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Connor, K., Kogan, N. (1980). Topic-Vehicle Relations in Metaphor: The Issue of Asymmetry. In B. Hoffman and Honeck (Eds.), *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, D. E. (1986). *Metaphor*. Cambridge, MA: Basil Blackwell.
- Craw, R., Page (1989). *Panbiogeography: Method and Metaphor in the New Biogeography*. In M.W. Ho and S.W. Fox (Eds.), *Evolutionary Processes and Metaphor* (pp. 163-189). New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Croizat, L. (1982). Panbiogeography. Vicariance Biogeography: a Clarification. *System Zoology*, 31, 291-304.
- Curtis, R. V. (1988). When Is a Science Analogy Like a Social Studies Analogy? A Comparison of Text Analogies Across Two Disciplines. *Instructional Science*, 17, 169-177.
- Curtis, R. V., Reigeluth, C. M. (1984). The Use of Analogies in Written Text. *Instructional Science*, 13, 99-117.
- Cyert, R. M. (1980). Problem Solving and Educational Policy. In D. T. Tuma and F. Reif (Eds.), *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Dagher, Z. R. (1995). Analysis of Analogies Used by Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.
- Dansereau, D. F. (1989). *Knowledge Maps an Analysis of Spatial/Verbal Processing*. Paper presented at the Annual Meeting American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Darwin, C. (1860). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection on the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (2nd ed.). London: John Murray.
- Davidson, D. (1972). *The Semantics of Natural Language*. Dordrecht: A. A. Knoph.
- Davidson, D. (1979). What Metaphors Mean. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 29-46). Chicago: The University of Chicago Press.
- de Klee, J., Brown, J. S. (1993). Assumptions and Ambiguities in Mechanistic Mental Models. In D. Gentner and A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 155 - 190). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Deasutels, J., Lauzon, B. (1987). *L'Énigmatique*. In A. Giordan et L. Martinand (Eds.), *Modèles et Simulation*. Neuvièmes Journées Internationales sur L'Éducation Scientifique. Chamonix.
- Declève, H. (Ed.) (1970). *Heidegger et Kant*. La Haye.
- Deese, J. (1972). *Psychology as Science and Art*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Dent, C. H. (1984). The Developmental Importance of Motion Information in Perceiving and Describing Metaphoric Similarity. *Child Development*, 55, 1607-1613.
- Dent, C. H. (1987). Developmental Studies of Perception and Metaphor: the Twain Shall Meet. *Metaphor and Symbolic Activity*, 2(1), 53-71.
- Dercourt, J., Paquet, J. (1986). *Geologia, Objectos e Métodos*. (Traduzido por Rui Paulo Pena dos Reis). Coimbra: Livraria Almedina.
- Derrida, J., Wittgenstein, L. (1994). *Structure and Metaphor*. In Newton Garver and Seung-Chong Lee (Eds.). Philadelphia: Temple University Press.
- Develay, M. (1987). *Les Rapports de L'Operatoire et du Figuratif dans les Models Spontanés et des Models Savants*. In A. Giordan et L. Martinand (Eds.), *Modèles et Simulation*. Neuvièmes Journées Internationales sur L'Éducation Scientifique. Chamonix.
- Dewey, J. (1991). *How We Think*. (Originally published in 1910). Buffalo, NY: Prometheus Books.
- Diaz, P. M. (s.d.). Un Estudio de Caso a Traves de la Metafora. In *El Estudio de Caso en la Investigation y Formacion del Professorado* (pp. 74-131). Barcelona.
- Dickmeyer, N. (1989). Metaphor, Model and Theory in Educational Research. *Teachers College Record*, 91(2), 151-160.
- Diekhoff, G. M., Diekhoff, K. B. (1982). Cognitive Maps as a Tool in Communicating Structural Knowledge. *Educational Technology*, 22 (4), 28-30.



- Donati, E. R., Gamboa, J. J. A. (1990). La Utilidad de las Analogias en la Ensenanza de las Ciencias en Base a una Posible Classificacion. *Ensenanza de las Ciencias*, 8(1), 89-91.
- Dormolen, J. V. (1991). *Metaphors Mediating the Teaching and Understanding of Mathematics*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Douglas, J., Peal, B. (1979). The Development of Metaphor and Proverb Translation in Children Grades 1-7. *Journal of Educational Research*, 73, 116-119.
- Doyle (1986). Classroom Organization and Management. In Wittrock, M.C. (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed.). New York: McMillan.
- Dreistadt, R. (1968). An Analysis of the Use of Analogies and Metaphors in Science. *The Journal of Psychology*, 68, 97-116.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., Eliovitch, R. (1990). Applying the "Cognitive Conflict" Strategy for Conceptual Change: Some Implications, Difficulties, and Problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.
- Driver, R. (1981). Pupils' Alternative Frameworks in Science. *International Journal of Science Education*, 3, 93-101.
- Duarte, E. (1984). *A Utilização da Bateria de Testes DAT em Orientação*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Faculdade de Psicologia e Ciências de Educação. Universidade de Lisboa.
- Dubois, D. (1982). The Nature of Mental Representation and Sentences Comprehension. In F. Klein, J. Hoffman and E. Van Der Meer (Eds.), *Cognitive Research in Psychology*. Amsterdam: North Holland.
- Duhl, S. B. (1983). *From the Inside Out and Other Metaphors: Creative and Integrative Approaches to Training in Systems Thinking*. New York: Brunner/Mazel.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Duke, D. L. (1979). *Classroom Management*. In the 78th Yearbook of the National Society for the Study of Education (part 2). Chicago: University of Chicago Press.
- Dupin, J. J., Johsua, S. (1994). Analogies et Enseignement des Sciences: Une Analogie Thermique pour l'Électricité. *Didaskalia*, 3, 9-26.
- Dupin, J. J., Joshua, S. (1989). Analogies and "Modeling Analogies" in Teaching: Some Examples in Basic Electricity. *Science Education*, 73, 207-224.
- Eisner, E.W. (1985). *The Art of Educational Evaluation*. London: The Falmer Press.
- Elias, J. (1990). Teaching as Cure and Care: a Therapeutic Metaphor. *Religious Education*, 85, 436-444.

- Elstein, A. S., et al. (1978). *Medical Problem Solving: an Analysis of Clinical Reasoning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Entwistle, N. (1988). *Styles of Learning and Teaching: An Integrated Outline of Educational Psychology*. London: David Fulton.
- Ericsson, K. A., Simon, H. A. (1987). Verbal Reports as Data. *Psychological Review*, 87, 215-251.
- Evans, M. A. (1974). Vocabulary Problems in Teaching Science. *School Science Review*, 55, 585-590.
- Evans, M. A., Gamble, D. L. (1988). Attribute Saliency and Metaphor Interpretation in School-Age Children. *Journal of Child Language*, 15, 435-449.
- Evans, T. G. (1968). A Program for the Solution of Geometric Analogy Intelligence Test Questions. In M. Minsky (Ed.), *Semantic Information Processing*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Everston, C.M., Emmer, E. (1982). Effective Management at the Beginning of the Year in Junior High Class. *Journal of Educational Psychology*, 74, 485-498.
- Falkenhainer, B., Gentner, D. (1989). The Struture-Mapping Engine. *Artificial Intelligence*, 41(1), 1-63.
- Fass, F. (1989). *MET: A Method for Discriminating Metonymy and Metaphor by Computer*. Technical Report CSS/LCCR TR89-15. Center for System Science. Burnaby, BC. Canada: Simon Fraser University.
- Febvre, M., Giordan, A. (1990). Techniques et Méthodes Pédagogiques. In Delachaux et Niestlé (Ed.), *Maîtriser l' Information Scientifique et Médicale*. Newchatel, Switzerland.
- Feigenbaum, E. A. (1970). Information Processing and Memory. In D. A. Norman (Ed.), *Models of Human Memory*. Orlando, FL: Academic Press.
- Feuerstein, R. (1979). *The Dynamic Assessment of Retarded Performers*. Baltimore, MD: University Park Press.
- Feuerstein, R., et al. (1979). Cognitive Modifiability in Retarded Adolescents: Effects of Instrumental Enrichment. *American Journal of Mental Deficiency*, 83, 539-550.
- Feyerabend, P. K. (1975). *Against Method*. London: New Left Books.
- Fine, H. J., Lockwood, B. R. (1986). Figurative Language Production as a Function of Cognitive Style. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1 (2), 139-152.
- Finley, F. N. (1991). Why Students Have Trouble Learning from Science Texts. In C.M. Santa and D.E. Aluermann (Eds.), *Science Learning: Processes and Applications* (pp. 22-27). Newark, DE: International Reading Association.

- Fiolhais, C., Valadares, J., Silva, L., Teodoro, V. D. (1995). *Química- 9º Ano*. Lisboa: Didáctica Editora
- Floden, R. E. (1988). The Role of Rhetoric in Changing Teachers' Beliefs. *Teaching and Teacher Education*, 1, 19-32.
- Flores d'Arcais, G. B. (1980). Levels of Semantic Knowledge in Children's Use of Connectives. In A. Sinclair, R. Jarvella, and W.J.M. Levelt (Eds.), *The Child Conception of Language*. New York: Springer-Verlag.
- Forcese, D. P., Richer, S. (1973). *Models, Hypotheses and Theory. Social Research Methods*. Prentice Hall.
- Fraser, B. (1979). The Interpretation of Novel Metaphors. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp.172-185). Cambridge: Cambridge University Press.
- Freud, S. A. (1943). *A General Introduction to Psychoanalyses*. New York: Garden City.
- Friedman, S. L., Stevenson, M. B. (1980). Perception of Movements in Pictures. In M. A. (Eds.), *The Perception of Pictures*, (vol. 1). Orlando, FL: Academic Press.
- Gabel, D. L., Sherwood, R. D. (1980). Effect of Using Analogies on Chemistry Achievement According to Piagetian Level. *Science Education*, 64(5), 709-716.
- Gagliandi, M. (1987). La Mobilisation et les Différents Codes de Representation Symbolique à l'École Elementaire. In A. Giordan et S. L. Martinand (Eds.), *Modèles et Simulation*. Neuviennes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Centre Jean Franco. Chamonix.
- Gago, M. (1994). *O Futuro da Cultura Científica*. Lisboa: Instituto de Prospectiva.
- Gago, M. (1995). *Ensino das Ciências: Um Caso para Acção Europeia*. Lisboa: Instituto de Prospectiva.
- Gallagher, J. J., Tobin, K. (1987). Teacher Management and Student Engagement in High School Science. *Science Education*, 71 (4), 535-555.
- Gama, J., Oliveira, M. T. (1989). As Ciências da Natureza nos Manuais do Ensino Primário e Preparatório. Orientação e Coordenação de Maria Odete Valente. *Manuais Escolares - Análise da Situação. Série B: Dinâmica do Sistema Educativo* (pp. 169-269). Lisboa: Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação.
- Ganguilhem, G. (1979). *Études d'Histoire et de Philosophie des Sciences* (4. éme éd.). Vrin.
- Gardner, H. (1974). Metaphors and Modalities: How Children Project Polar Adjectives onto Diverse Domains. *Child Development*, 45, 53-66.
- Gardner, H. (1974). *The Arts and Human Development*. New York: John Wiley and Sons Ltd.
- Gardner, H., et al. (1978). The Development of Figurative Language. In R. Nelson (Ed.), *Children's Language* (pp. 1-37). New York: Gardner Press.

- Gardner, P. L. (1979). The Identification of Specific Difficulties with Logical Connectives in Science Among Secondary School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(3), 223-229.
- Gardner, P. L., Kircher, M., Winner, E., Perkins, D. (1975). Children's Metaphoric Productions and Preferences. *Journal of Child Language*, 2, 125-141.
- Garrison, J. W. (1988). Democracy, Scientific Knowledge Empowerment. *Teachers College Record*, 89 (4), 487-504.
- Gebert, H. (1969). Physical Models. *Physics Education*, 4, 117-118.
- Geller, L. G. (1984). Exploring Metaphor in Language Development and Learning. *Language Arts*, 61, 151-161.
- Gentile, J. R., Kessler, P. K. (1969). Process of Solving Analogy Items. *Journal of Educational Psychology*, 60, 494-502.
- Gentner, D. (1977). Children's Performance on a Spatial Analogies Task. *Child Development*, 48, 1034-1039.
- Gentner, D. (1978). *The Role of Analogical Models in Learning Scientific Topics*. In Beranek and Newman Report. Cambridge, MA: Bolt.
- Gentner, D. (1988). Metaphors as Structure-Mapping. The Relational Shift. *Child Development*, 59, 47-59.
- Gentner, D. (1989). *Evidence for a Structure-Mapping Theory of Analogy and Metaphor*. Illinois: University of Illinois.
- Gentner, D. (1989). The Mechanisms of Analogical Learning. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 199-241). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gentner, D., Clement. C. (1988). Evidence for Relational Selectivity in the Interpretation of Analogy and Metaphor. In Gordon H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (pp. 307-358). Harcourt Brace Jovanovich.
- Gentner, D., Gentner, D. R. (1983). Flowing Waters or Teeming Crowds: Mental Models of Electricity. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 99-130). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gentner, D., Ratterman, M. J., Forbes, K. D. (1993). The Roles of Similarity in Transfer: Separating Retrievability from Inferential Soundness. *Cognitive Psychology*, 25, 431-467.
- Gentner, D., Ratterman, M.J. (1992). Language and the Carrier of Similarity. In S.A. Gelman and J.P. Byrnes (Eds.), *Perspectives on Thought and Language: Interrelations in Development* (pp. 225-277). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gentner, D., Stevens, A. (1983). *Mental Models*. Hillsdale. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Gentner, D., Toupin, C. (1986). Systematicity and Surface Similarity in the Development of Analogy. *Cognitive Science*, 10, 277-300.
- Gerhart, M., Russell, A. (1984). *Metaphoric Process: The Creation of Scientific and Religious Understanding* Fort Worth: Texas University Press.
- Gering, R., Gibbs, Jr., R. W. (1988). Beyond the Lexicon: Creativity in Language Production. *Metaphor and Symbolic Activity*, 3(1), 1-19.
- Gering, R., Gibbs, R. (1985). Beyond the Lexicon: Creativity in Language Production. *Metaphor and Symbolic Activity*, 3, 1-19.
- Gering, R., Healy, A. (1983). Dual process in Metaphor Understanding: Comprehension and Appreciation. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, 9, 667-675.
- Gerrit, C., van der Veer, G. C., Wijk, R. (1992). Teaching a Spreadsheet Application: Visual-Spatial Metaphors in Relation to Special Ability and the Effect on Mental Models. In Michael J. Tauber and Peter Gorny (Eds.), *Visualization in Human-Computer Interaction*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Ghiglione, R., Beauvois, J. L., Chabrol, C., Trognon, A. (1980). *Manuel d'Analyse de Contenu*. Collection U (Ed.). Paris: Librairie Armand Colin.
- Giami, A. (1985). L'Entretien de Group. In Dunod (Ed.), *L'Entretien dans les Sciences Sociales*. (pp. 221-233). Paris: Bordas.
- Gibbs, R. (1980). Spilling the Beans on Understanding and Memory for Idioms in Conversation. *Memory and Cognition*, 8, 149-156.
- Gibbs, R. (1984). Literal Meaning and Psychological Literary Theory. *Cognitive Science*, 8, 275-304.
- Gibbs, R., Gering, R. (1989). How Context Makes Metaphor Comprehension Seem Special. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4 (3), 145-158.
- Gibbs, R., Kushman, J., Mills, W. (1991). Auctorial Intentions and Metaphor Comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 20(1), 11-30.
- Gibson, J. J. (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Gick, M. L., Holyoak, K. J. (1980). Analogical Problem Solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gick, M. L., Holyoak, K. J. (1983). Schema Induction and Analogical Transfer. *Cognitive Psychology*, 15 (1), 1-38.
- Gilbert, J. K. (1980). The Use of Models in Science. *Science Teaching*, 2(1), 2-13.

- Gilbert, S. W. (1989). An Evaluation of the Use of Analogy, Simile, and Metaphor in Science Texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 315-327.
- Gildea, P., Glucksberg, S. (1983). On Understanding Metaphor: The Role of Context. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 577-591.
- Gillis, D. F. (1975). *Teaching as a Performing Art*. College of Education. Columbia: South Carolina University.
- Gineste, M. (1984). Les Analogies: Modèles pour l'Appréhension de Nouvelles Connaissances. *L'Année Psychologique*, 84, 387-397.
- Giordan, A. (1988). De la Categorization des Conceptions des Apprenants à un Environnement Didactique "Optimal". *Protée*, Automne, 133-139.
- Giordan, A. (1994). Le Modèle Allostérique et les Théories Contemporaines sur l'Apprentissage. In André Giordan, Yves Ginault et Pierre Clément (Eds.), *Conceptions et Connaissances* (pp. 289-315). Paris: Peter Lang.
- Glenberg, A. M. (1979). Component-levels Theory of the Effect of Spacing of Repetitions on Recall and Recognition. *Memory and Cognition*, 7, 95-112.
- Glucksberg, S. (1989). Metaphors in Conversation: How Are They Understood? Why Are They Used? *Metaphor and Symbolic Activity*, 4(3), 125-143.
- Glucksberg, S., Gildea, P., Bookin, H. B. (1982). On Understanding Nonliteral Speech: Can People Ignore Metaphors? *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 85-98.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining Science Concepts: a Teaching with Analogies Model. In S.M. Glynn, R.H. Yearny and B.K. Briton (Eds.), *The Psychology of Learning Science* (pp. 219-240). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glynn, S. M., Britton, B. K., Semrud-Clikeman, M. (1987). Analogical Reasoning and Problem Solving in Science Textbooks. In J. A. Glover, R. R. Ronning and C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research* (pp. 1-50). New York: Plenum.
- Glynn, S. M., Britton, B. K., Semrud-Clikeman, M., Muth, K. D. (1987). Analogical Reasoning and Problem Solving in Science Textbooks. In J. A. Glover, R. R. Ronning and C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research* (pp. 383-398). New York: Plenum.
- Glynn, S., Sloan, P., Radford, D. (1989). *Teaching Science Concepts with Analogies*. Unpublished Manuscript, Symposium of University of Georgia. Athens.
- Goldman, L. (1989). The Revolution in Education. *Educational Theory*, 39(1), 47-61.
- Goswami, U. (1992). *Analogical Reasoning in Children*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Green, T. F. (1971). *The Activities of Teaching*. New York: McGraw-Hill.

- Green, T. F. (1979). Metaphor and Learning: a Raspease. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Greene, J. (1988). *Thinking and Language*. Peter Herriot (Ed.). New York.
- Greeno, J. G. (1973). The Structure of Memory and the Process of Solving Problems. In R. Solso (Ed.), *Contemporary Issues in Cognitive Psychology. The Loyola Symposium*. Washington, DC: Winston.
- Greeno, J. G. (1976). Cognitive Objectives of Instruction: Theory of Knowledge for Solving Problems and Answering Questions. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and Instruction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Greeno, J. G. (1976). Indefinite Goals in Well-Structured Problems. *Psychological Review*, 83, 479-491.
- Gregg, L. M. (1974). Perceptual Structures and Semantic Relations. In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and Cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Grice, H. P. (1975). Logic and Conversation. In P. Cole and J. Morgan (Eds.), *Syntax and Semantics*, vol. 3 (pp. 41-58), New York: Academic Press.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., Smith, C. L. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 799-822.
- Grotz, L. C. (1977). *Modelling the Underprepared Student in Numbereography*. Paper presented at the Symposium on Teaching Chemistry to the Underprepared Student. San Francisco: ACS.
- Gruber, H. E. (1983). *The History of Science and the Psychology of Creative Thinking*. Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget n° 4. Genève.
- Guildford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Guildford, P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*, New York: McGraw-Hill.
- Guttenberger, E. W. (1991, June). *Some Reflections on Metaphors in Mathematics Education*. Paper presented at the Fifth International Conference on Theory of Mathematics Education, Paderno del Grappa, Italy.
- Haaparanta, L. (1992). The Analogy Theory of Thinking. *Dialectica*, 46(2), 169-183.
- Habermas, J. (1971). *Knowledge and Human Interest*. Boston: Beacon Press.
- Hall, J. (1990). *Standards for Mathematics*. Working Draft.
- Hamrouche, B. (1989). *Étude Critique du Rôle du Manuel de Sciences Naturelles dans le Secondaire*. These présentée à l'Université de Paris VII pour l'obtention du Diplôme de Doctorat en Didactique de la Biologie.

- Hanson, N. R. (1970). A Picture Theory of Theory Meaning. In R. G. Coloday (Ed.), *The Nature and Function of Scientific Theories*. Pittsburg: University of Pensilvania.
- Haraway, D. J. (1979). Metaphors of the Organicism in the XX Century. *Developmental Biology*. New Haven: Yale University Press.
- Harding, S. (1986). *The Science Question in Feminism*. Ithaca, New York: Cornell University Press.
- Harré, R. (1972). *The Philosophies of Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Harris, R. J. (1979). Memory for Metaphors. *Journal of Psycholinguistic Research*, 8, 61-71.
- Harris, R. J. (1982). *The Development of the Use and Comprehension of Metaphor by Preschool Children*. Unpublished Doctoral Dissertation. Texas, AM.
- Harris, R. J., Lahey, M. A., Marsalek, F. (1980). Metaphors and Images: Ratings, Reporting and Remembering. In R. P. Honeck and R. R. Hoffman (Eds.), *Cognition and Figurative Language* (pp. 163-181). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Harrison, A. G., Treagust, D. F. (1993). Teaching with Analogies: a Case Study in Grade-10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1291-1307.
- Hayes, D. A. (1980). Teaching Problem-Solving Mechanisms. In D. T. Tuma and F. Reif (Eds.), *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hayes, D. A., Henk, W. A. (1986). Understanding and Remembering Complex Prose Augmented by Analogic and Pictorial Illustration. *Journal of Reading Behavior*, 18(1), 73-78.
- Hayes, D. A., Tierney, R. J. (1982). Increasing Readers' Background Knowledge Through Analogy: its Effects upon Comprehension and Learning. *Reading Research Quarterly*, 17(2), 256-279.
- Healy, V. H. (1986). *An Investigation into Problems Experienced by Fourth Year Science Students with the Use of Logical Language*: Unpublished Thesis. Norwich: University of East Anglia.
- Hegel, G. (1970). *A Kantisch Philosophie*. In I. D. Jenaer Schifren, K. Von Moldenhaver and M. Michel (Eds.). Franckfurt: Glauden und Wissen.
- Heidegger, M. (1975). *Poetry, Language, Thought*. (Original from 1807, Translated by Albert Holstadler). New York: Harper and Row.
- Henle, P. (1958). Metaphor. In P. Henle (Ed.), *Language, Thought and Culture* (pp. 173-195). Ann Arbor: University of Michigan.
- Herculano de Carvalho, J.G. (1975). *Teoria da Linguagem: Natureza do Fenómeno Linguístico e a Análise das Línguas*. Coimbra: Coimbra Editora.
- Hesse, M. B. (1962). *Forces and Fields*. Westport, Conn: Grennwood Press.



- Hesse, M. B. (1966). *Models and Analogies in Science*. Notre Dame, Ind.: University of Notre Dame Press.
- Hester, M. (1967). *The Meaning of Poetic Metaphor*. The Hague: Monton and Company.
- Heule, M. (1962). On the Relation Between Logic and Thinking. *Psychological Review*, 69, 366-378.
- Highet, G. (1976). *The Art of Teaching*. New York: Alfred A. Knopf.
- Hintikka, J., Sandu, G. (1994). Metaphor and Other Kinds of Nonliteral Meaning. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 151-188). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Hobbs, J. R. (1990). *Literature and Cognition*. Lecture Notes n. 21. Center for the Study of Language and Information. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Hochberg, J. E. (1978). *Perception*. New York: Prentice Hall.
- Hoffman, R. R. (1979). On Metaphors, Myths and Mind. *The Psychological Record*, 29, 175-178.
- Hoffman, R. R. (1980). Metaphor in Science. In R. P. Honeck and R. R. Hoffman (Eds.), *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hoffman, R. R. (1982). Some Implications of Metaphor for Philosophy and Psychology of Science. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought* (pp. 327-380). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Hoffman, R. R., Kemper, S. (1987). What Could Reaction-Time Studies be Telling us About Metaphor Comprehension? *Metaphor and Symbolic Activity*, 3, 149-186.
- Hoffman, R. R., Waggoner, J. E., Palermo, D. S. (1991). Metaphor and Context in the Language of Emotion. In Robert R. Hoffmann and David S. Palermo (Eds.), *Cognition and the Symbolic Processes: Applied and Ecological Perspectives* (pp. 63-185). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hofstadter, D. R., Mitchell, M. (1991). *An Overview of the Copycat Project*. (Technical Report CRCC 52). Center for Research on Concepts and Cognition. Bloomington, Ind.: Indiana University.
- Holley, C. D., Dansereau, D. F. (1984). The Development of Spatial Learning Strategies. In C.D. Holley and D.F. Dansereau (Eds.), *Spatial Learning Strategies: Techniques Applications and Related Issues*. Orlando, FL: Academic Press, Inc.
- Holley, C. D., Dansereau, D. F., McDonald, B. A., Garland, J.C., Collins, K. W. (1979). Evaluation of a Hierarchical Mapping Technique as an Aid to Prose Processing. *Contemporary Educational Psychology*, 4, 227-237.
- Holliday, W. G., Benson, G. (1991). Enhancing Learning Using Questions Adjunct to Science Charts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 97-108.

- Holyoak, K. J. (1984). Analogical Thinking and Human Intelligence. In R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence* (vol. 2) (pp. 199-230). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Holyoak, K. J. (1991). Symbolic Connectionism Toward Third Generation Theories of Expertise. In K.A. Ericsson and J. Smith (Eds.), *Toward a General Theory of Expertise* (pp. 301-335). Cambridge: Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J., Junn, E. N., Billman, D. O. (1984). Development of Analogical Problem-Solving Skill. *Child Development*, 55, 2042-2055.
- Holyoak, K. J., Thagard, P. (1989). Analogical Mapping by Constraint Satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 295-355.
- Honeck, R. P., Riechmann, P., Hoffman, R. R. (1975). Semantic Memory for Metaphor: The Conceptual Base Hypotheses. *Memory and Cognition*, 3, 409-415.
- Honeck, R. P., Sowry, B. M., Voegtle, K. (1978). Proverbial Understanding in a Pictorial Context. *Child Development*, 49, 327-331.
- Honey, J. N. (1988). Models in Biology: Form and Function. *Journal of Biological Education*, 22(4), 295-300.
- Horton, D. L. (1991). Retrospection on the Study of Memory and Cognition. In Robert R. Hoffman and David S. Palermo (Eds.), *Cognition and the Symbolic Processes. Applied and Ecological Perspectives* (pp. 7-15). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Horton, D. L., McConney, A. A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J., Hamelin, D. (1993). An Investigation of the Effectiveness of Concept Mapping as an Instructional Tool. *Science Education*, 77(1), 95-111.
- Howard, R. (1969). Teaching Science With Metaphors. *School Science Review*, 70(1), 252-255.
- Howard, R. (1989). Teaching Science with Metaphors. *School Science Review*, 70 (2), 100-103.
- Hudson, J., Nelson, K. (1984). Play with Language: Overextensions as Analogies. *Journal of Child Language*, 11, 337-346.
- Hume (1968). *A Treatise of Human Nature*. (Original Work Published in 1739). Oxford: Claredon.
- Indurkha, B. (1986). *Metaphors and Analogies: an Interdisciplinary Perspective*. Boston, MA: Boston University.
- Indurkha, B. (1991). Modes of Metaphors, *Metaphor and Symbolic Activity*, 6 (1), 1-27.
- Ingham, A. M., Gilbert, J. K. (1991). The Use of Analogue Models by Students of Chemistry at Higher Education Level. *International Journal of Science Education*, 13(2), 193-202.
- Inhelder, B., Piaget, J. (1969). *The Early Growth of Logic in the Child*. New York: Norton.

- Inhoff, A., Carrol, P., Lima, S. (1984). Contextual Effects on Metaphor Comprehension. *Memory and Cognition*, 12, 558-567.
- Jacobi, D. (1986). Analyse Formale des Procédures de Reformulation dans la Vulgarization Scientifique. In *Culture, Education, Communication Scientifique et Evaluation - Joutes* (2<sup>ème</sup> éditions). Nice.
- Jansen, S. C. (1989). *Mind Machines, Myth, Metaphor, and Scientific Imagination*. Paper presented at the Annual Meeting of the International Communication Association. San Francisco, CA.
- Johnson, E. N. (1960). Atoms, Fire, Waves or What. *Journal of Chemical Education*, 37, 267-270.
- Johnson, E. N. (1962). Serial Analyses of Verbal Analogy Problems. *Journal of Educational Psychology*, 53, 86-88.
- Johnson, M. G., Henley, T. B. (1992). Finding Meaning in Random Analogies. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7(2), 55-75.
- Johnson, M. G., Malgady, R. G. (1979). Some Cognitive Aspects of Figurative Language: Association and Metaphor. *Journal of Psycholinguistic Research*, 8(3), 249-265.
- Johnson-Laird, P. N. (1989). Analogy and the Exercise of Creativity. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 313-331). Cambridge. Cambridge University Press.
- Kantowsky, M. (1977). Process Involved in Mathematics Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 8 (3), 163-180.
- Kaput, J. (1979). Mathematics and Learning: Roots of Epistemological Status. In Lochhead and Clement (Eds.), *Cognitive Process Institution* (pp. 289-303). Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Katz, A. N. (1982). Metaphoric Relationships: The Role of Feature Saliency. *Journal of Psycholinguistic Research*, 11 (4), 283-296.
- Keil, F. C. (1984). *Semantic Fields and the Acquisition of Metaphor*. Unpublished Manuscript.
- Keller, E. F. (1983). *Gender and Science in Discovering Reality*. In Sandra Harding and Herriel Hintikka (Eds.). Dordrecht: Reidel Publishing.
- Kelly, G. A. (1969). Language of Hypothesis. In Collected Papers of G. A. Kelly. B. Maher and J. Wiley (Eds), *Chemical Psychology and Personality*. New York.
- Kelly, M. H., Keil, F. C. (1987). Metaphor Comprehension and Knowledge of Semantic Domains. *Metaphor and Symbolic Activity*, 2(1), 33-51.

- Kemper, S. (1989). Priming the Comprehension of Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 1-17.
- Kemper, S., Hine, J., Ambler, M. (1984). *Comprehending the Implications of Metaphors*. Unpublished Manuscript. University of Kansas. Manhattan, KS: Department of Psychology.
- Kennedy, J. M. (1982). Metaphor in Pictures. *Perception*, 11, 589-605.
- Kennedy, J. M., Green, C. D., Vervaeke (1993). Metaphoric Thought and Devices in Pictures. *Metaphoric and Symbolic Activity*, 8(3), 243-255.
- King, J. R. (1991). Models as Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 6 (2), 103-118.
- Kintsch, W. (1972). Notes on The Structure of Semantic Memory. In E. Tulving and W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory*. Orlando, FL: Academic Press.
- Kittay, E. F. (1987). *Metaphor its Cognitive Force and Linguistic Structure*. Oxford: Oxford University Press.
- Kittay, E., Lehrer, A. (1981). Semantic Fields and the Structure of Metaphor. *Studies in Language*, 31-63.
- Klaimn, S. (1976). *A Study of Selected Models of Chemical Bonding and Molecular Geometry for Use in Chemical Education*. University of Keels.
- Klauer, K. J. (1989). Teaching for Analogical Transfer as a Means of Improving Problem-Solving, Thinking and Learning. *Instructional Science*, 18, 179-192.
- Klein, G. A. (1987). Applications of Analogical Reasoning. *Metaphor and Symbolic Activity*, 3, 201-218.
- Kling, R. E. (1971). A Paradigm for Reasoning by Analogy. *Artificial Intelligence*, 2, 147-178.
- Knowles, M.S. (1990). From Teacher to Facilitator. In M.S. Knowles (Ed.), *Adult Learner: a Neglected Species* (3rd ed.). Houston Gulf Publishing.
- Kodratoff, Y. (1991). Techniques d'Apprentissage Symbolique et Numérique. In *Les Sciences Cognitives en Débat* (pp. 73-88). Paris: C. N. R. S.
- Koestler, A. (1964). *The Act of Creation*. New York: McMillan.
- Kogan, N., Chadrow, M. (1986). Children's Comprehension of Metaphor in the Pictorial and Verbal Modality. *International Journal of Behavioral Development*, 9, 285-295.
- Kogan, N., Connor, K., Gross, A., Fava, D. (1980). *Understanding Visual Metaphor. Developmental and Individual Differences*. Monographs of the Society of Research in Child Development, 45, serial n. 183.
- Kogan, N., Saarni, C. (1989). Cognitive Styles in Children: Some Evolving Trends. *Early Child Development and Care*, 4(3), 101-128.
- Kolodner, J., Simpson, R. (1986). Using Experience as a Guide for Problem Solving. In T. M. Mitchell (Ed.), *Machine Learning, a Guide for Current Research*, Boston, MA: Kluwer Academic Press.

- Kuhn, T. S. (1965). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: Chicago University Press.
- Kuhn, T. S. (1979). Metaphor in Science. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 409-419). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakatos, I. (1970). Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. In I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (pp. 91-196). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakoff, G. (1986). The Meanings of Literal. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 291-296.
- Lakoff, G. (1987). Cognitive Models and Prototype Theory. In V. Neisser (Ed.), *Concepts and Conceptual Development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakoff, G., Johnson, M. (1980). Conceptual Metaphors in Everyday Language. *The Journal of Philosophy*, 77, 453-486.
- Lakoff, G., Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G., Turner, M. (1989). *More than Cool Reason a Field Guide to Poetic Metaphor*. Chicago: University of Chicago Press.
- Larkin, J. H. (1980). Teaching Problem Solving in Physics: The Psychological Laboratory and the Practical Classroom. In D. T. Tuma and F. Reif (Eds.), *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Larkin, J. H., Reif, F. (1976). Analysis and Teaching of a General Skill for Studying Scientific Text. *Journal of Educational Psychology*, 68, 431-440.
- Lavoisier, A. (1789). *Traité Elementaire de Chemie*. (Traduzido para inglês por Robert Kerr).
- Lawler, E. E., Rhode, J. G. (1976). *Information and Control in Organizations*. New York: Goodyear.
- Leddy, T. W. (1983). *Imagination, Metaphor and Cognition Inside the Concept..* Doctoral Dissertation. Boston, MA: Boston University.
- Lee, O. (1995). Subject Matter Knowledge Classroom Management and Instructional Practices in Middle School Science Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 423-440.
- Lehrer (1978). Structures of the Lexicon and Transfer of Learning. *Língua*, 45, 95-123.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science.: Language, Learning and Values* Norwood, New Jersey: Ablex.
- Lenat, D. (1984). Computer Software for Intelligent Systems, *Scientific American*, 204-213.
- Lerbet, G. (1981). *Une Nouvelle Voie Personaliste: Le Système Personne*. Mésonance . Maurecourt, Paris.
- Levi, E. H. (1940). *An Introduction to Legal Reasoning*. Chicago: University of Chicago Press.

- Levie, W. H., Leutz, R. (1982). Effects of Text Illustrations: a Review of Research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30, 195-232.
- Levin, J. R. (1981). On Functions of Pictures in Prose. In F.J. Pirrozzolo and M.C. Wittrock (Eds.), *Neurological and Cognitive Processes in Reading* (pp. 138-161). New Yale: Yale University Press.
- Levin, J. R. (1988). *Metaphoric Worlds: Conceptions of a Romantic Nature*. New Haven: Yale University Press.
- Levine, F. S. (1974). *Group Decision and Social Change in Readings in Social Psychology*. In T. Newcomb and E. Hartley (Ed.). New York: Holt, Rummehart and Winston.
- Licata, K.P. (1988). Chemistry is Like a... *The Science Teacher*, 55(8), 41-43.
- Lovelock, J., Margulis, L. (1987). *Gaia: A Way of Knowing*. In William Irwin Thompson (Ed.). Barrington, MA: Lindisfarne Press.
- Lovett, M. (1983). *The Development of Figurative Language Skill in Normal and Language Unpaired Children*. Unpublished Manuscript. Toronto: Division of Neurology. The Hospital for Sick Children.
- M. E. (1991). Ciências da Terra e da Vida, Biologia, Geologia. Organização Curricular e Programas - Ensino Secundário. DGEBS.
- M. E. (1991). Organização Curricular e Programas - Ensino Básico, 2º Ciclo (vol. I). DGEBS.
- M. E. (1991). Organização Curricular e Programas - Ensino Básico, 3º Ciclo (vol. I). DGEBS.
- M. E. (1991). Programa Ciências da Natureza: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem - Ensino Básico, 2º Ciclo (vol. II). DGEBS.
- M. E. (1991). Programa Ciências Naturais: Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem - Ensino Básico, 3º Ciclo (vol. II). DGEBS.
- Mac Cormac, E. R. (1986). Creative Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1(3), 171-184.
- Mac Cormac, E. R. (1988). *A Cognitive Theory of Metaphor*. A Bradford Book. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Malgady, R. G., Johnson, M. G. (1976). Modifiers in Metaphors: Effects of Constituent Phrase Similarity on the Interpretation of Figurative Sentences. *Journal of Psycholinguistic Research*, 5, 43-52.
- Malgady, R. G., Johnson, M. G. (1980). Measurement of Figurative Language: Semantic Feature Models of Comprehension and Appreciation. In R. P. Honeck and R. Hoffman (Eds.), *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Manning, P. K. (1979). Metaphors of the Field: Varieties of Organizational Discourse. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 660-671.

- Marschark, M., Hunt, R. R. (1985). On Memory for Metaphor. *Memory and Cognition*, 13(6), 413-424.
- Marschark, M., Katz, A., Paivio, A. (1983). Dimensions of Metaphor. *Journal of Psycholinguistic Research*, 12 (1), 17-40.
- Marshall, H. H. (1988). Work of Learning: Implications of Classroom Metaphors. *Educational Researcher*, 17(9), 9-16.
- Maskill, R. (1988). Logical Language, Natural Strategies and the Teaching of Science. *International Journal of Science Education*, 10, 485-495.
- Maslow, A. H. (1969). *The Psychological of Science*. Chicago: The Henry Regney Company.
- Maslow, A. H. (1987). A Psychological Approach to Science. *Motivation and Personality*, 182-187.
- Matos, J. M. (1994). Cognitive Models of the Concept of Angle. PME, Lisboa: FCT-UNL.
- Matter, G. A., Davis, L. A. (1975). A Reply to Metaphor and Linguistic Theory. *Quarterly Journal of Speech*, 61, 322-327.
- Maxwell, J. C. (1890). *The Scientific Papers of J. C. Maxwell*, II. Address to the Mathematical and Physical Sections of the British Association. British Association (Report, 1870), II. Reprinted in W. D. Niven (Ed.), Cambridge: Cambridge University Press.
- Maxwell, W. (1982). Can there be Thought without Language? *Thinking the Expanding Frontiers*, 13-23.
- Mayer, R. E. (1976). Some Conditions of Meaningful Learning of Computer Programming. Advance Organizers and Subject Control of Frame Order. *Journal of Educational Psychology*, 68, 143-150.
- Mayer, R. E. (1980). Elaboration Techniques that Increase the Meaningfulness of Technical Text: An Experimental Test of the Learning Strategy Hypotheses. *Journal of Educational Psychology*, 72, 770-784.
- Mayer, R. E. (1985). Structural Analysis of Science Prose: Can We Increase Problem-Solving Performance. In J. B. Black (Ed.), *Understanding Expository Texts* (pp. 65-87). Hillsdale, New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mayer, R. E. (1989). Models for Understanding. *Review of Educational Research*, 59(1), 43-64.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, Problem Solving, Cognition*. In Robert C. Atkinson, Garden Lindsey and Richard F. Thompson (Eds.), 2ª ed. (pp. 415-455), New York: W. H. Freeman and Company.
- Mayer, R. E., Bromage, B. K. (1980). Different Recall Protocols for Technical Texts Due to Advance Organizers. *Journal of Educational Psychology*, 72, 209-225.
- McCabe, A. (1983). Conceptual Similarity and the Quality of Metaphor in Isolated Sentences Versus Extended Contexts. *Journal of Psycholinguistic Research*, 12, 67-94.

- McCabe, A. (1988). Effect of Different Contexts on Memory for Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 3(2), 105-132.
- McDonald, J. B. (1987). Curriculum and Planning: Visions and Metaphors. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2 (2), 178-192.
- McDonald, J. B. (1988). The Emergence of the Teacher's Voice. *Teachers College Record*, 89 (4), 471-486.
- Mendelson, E., Robinson, S., Gardner, H., Winner, E. (1984). Are Preschoolers' Renamings Intentional Category Violations. *Developmental Psychology*, 20, 187-192.
- Merzyn, G. (1987). The Language of School Science. *International Journal of Science Education*, 9, 483-489.
- Miall, D. S. (1987). Metaphor and Affect: the Problem of Creative Thought. *Metaphor and Symbolic Activity*, 2 (2), 81-96.
- Miller, D. (1976). Verisimilitude Redeflated. *British Journal for the Philosophy of Science*, 27, 363-402.
- Mills, J. S. (1956). *A System of Logic*. New York: Longmans.
- Minsky, M. (1981). *A Framework for Representing Knowledge*.
- Moore, D. W., Readence, J. E. (1984). A Quantitative and Qualitative Review of Graphic Organizer Research. *Journal of Educational Research*, 78, 11-17.
- Morgan, G. (1980). Paradigms, Metaphors and Puzzle Solving in Organizational Theory. *Administrative Science Quarterly*, 25 (4), 605-622.
- Morgan, G. (1983). More on Metaphor: Why We Cannot Control Tropes in Administrative Science. *Administrative Science Quarterly*, 28 (4), 601-607.
- Munby, H. (1986). Metaphors in the Thinking of Teachers: An Exploratory Study. *Journal of Curriculum Studies*, 18 (2), 197-209.
- Munby, H. (1987). Metaphor and Teachers' Knowledge. *Research in the Teaching of English*, 21, 377-397.
- Munby, H. (1990). Metaphorical Expressions of Teachers' Practical Curriculum Knowledge. *Journal of Curriculum and Supervision*, 6 (1), 18-30.
- Munby, H., Russell, T. (1990). Metaphor in the Study of Teachers' Professional Knowledge. *Research into Practice*, 29 (2), 116-121.
- Muscari, P. G. (1988). The Metaphor in Science and in the Science Classroom. *Science Education*, 72 (4), 423-431.
- Neisser, V. (1991). Direct Perception and other Forms of Knowing. In Robert R. Hoffman and David S. Palermo (Eds.), *Cognition and the Symbolic Processes: Applied and Ecological Perspectives* (pp. 17-30). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.



- Newby, T. J. (1987). Learning Abstract Concepts : the Use of Analogies as a Mediational Strategy. *Journal of Instructional Development*, 10 (2), 20-26.
- Newell, A., Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Newton, D. P. (1985). Children's Perception of Pictorial Metaphor. *Educational Psychology*, 2, 179-185.
- Newton, I. (1948). A New Theory of Light and Color. In W. Derris (Ed.), *Reading in the History of Psychology*. New York: Appletons, Century Crofts.
- Nippold, M. A., Erskine, B. J., Freed, D. B. (1988). Proportional and Functional Analogical Reasoning in Normal and Language-Impaired Children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 440-448.
- Nippold, M. A., Leonard, L. B., Kail, R. (1984). Syntactic and Conceptual Factors in Children's Understanding of Metaphors. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 197-205.
- Nippold, M. A., Sullivan, M. P. (1987). Verbal and Perceptual Analogical Reasoning and Proportional Metaphor Comprehension in Young Children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 30, 367-376.
- Norman, D. A., Rumelhart, D. E. (1975). *Explorations in Cognition*. San Francisco, CA: W.H. Freeman Co.
- Novak, J. D. (1972). Audio-tutorial Techniques for Individualized Science Instruction in the Elementary School. In H. Friezenberg (Ed.), *Individualized Science, Like It Is* (pp. 14-30). Washington D.C.: National Science Teachers Association.
- Novak, J. D. (1990). Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J. D., Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., Gowin, D.B., Johansen, G.T. (1983). The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping With Junior High School Science Students. *Science Education*, 67, 625-645.
- Ogborn, J., Mariani, C., Martins, I. (1993). *Working Paper 2: Metaphorical Understanding of Scientific Ideas*. London: Institute of Education, Department of Science Education, University of London.
- Ogborn, J., Martins, I. (1994). Metaphorical Understandings of Scientific Ideas. Submitted to *International Journal of Science Education*.
- Ogunniyi, M. B. (1984). An Investigation of the Nature of Verbal Behaviors in Science Lessons. *Science Education*, 68, 595-601.

- Oliveira, M. (1992). *A Criatividade, o Pensamento Crítico e o Aproveitamento Escolar em Alunos de Ciências*. Tese de Doutorado. Lisboa: Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa.
- Oliveira, M. T. (1991). A Linguagem Metafórica na Formação Inicial dos Professores de Ciências. *Aprender*, 12, 34-38.
- Oliveira, M. T. (1995). É pela Linguagem que Aprendemos “as Ciências”? *Educação em Ciências da Natureza: Actas do V Encontro Nacional de Docentes* (pp. 261-264) (Portalegre). Edição da Escola Superior de Educação de Portalegre patrocinada pela Fundação Calouste Gulbenkian.
- Oliveira, M. T. (coord) (1991). *Didáctica de Biología*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Oliveira, M. T., Ambrosio, T. (1993). Métaphore et Construction des Connaissances Scientifiques: État d’un Projet de Recherche. *Actes des Journées d’Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances*. Paris: Université Paris VI.
- Oliveira, M. T., Cachapuz, A. F (1992). *Pupils’ Understandings of Atomic Structure and the Interactive Use of Analogy*. Poster presented at the Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Oliveira, M. T., Cachapuz, A. F.(1991). *Teaching Science with Metaphors and Analogies: the Impact of Pre Service Teacher Education Courses*. Paper presented at the Annual Meeting of Association of Teacher Education in Europe. Netherlands.
- Olscamp, P. (1970). How Some Metaphors May Be True or False. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 29, 77-86.
- Olson, D. R., Hillyard, A. (1980). *Literacy and the Comprehension of Literal Meaning*. Paper presented at the Conference: The Development and Use of Writing Systems, Bielefeld, Deutschland.
- Oppenheimer, R. (1956). Analogy in Science. *American Psychologist*, 11, 127-135.
- Ortony, A. (1975). Why Metaphors are Necessary and not Just Nice. *Educational Theory*, 25, 45-53.
- Ortony, A. (1979). Beyond Literal Similarity. *Psychological Review*, 86, 197-205.
- Ortony, A. (1979). The Role of Similarities and Similes in Metaphors. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought*. (pp. 186-201). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ortony, A., Schallert, D., Reynolds, R., Antos, S. (1978). Interpreting Metaphors and Idioms: Some Effects of Context on Comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 465-478.
- Osborn, E. (1962). The Metaphor in Public Address. *Speech Monographs*, 29, 223-234.
- Osborne R. J., Gilbert, J. K. (1980). A Method for Investigating Concept Understanding In Science. *European Journal of Science Education*, 2 (3), 311-321.

- Otero, J. (1990). Variables Cognitivas y Metacognitivas en la Comprension de Textos Científicos: el Papel de los Esquemas y el Control de la Propria Comprension. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 17-22.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Process*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (1979). Psychological Processes in the Comprehension of Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 150-171). Cambridge: Cambridge University Press.
- Paivio, A., Begg, I. (1981). *Psychology of Language*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall.
- Palmer, S. E. (1978). Fundamental Aspects of Cognitive Representation. In E. Rosh and B. Lloyd (Eds.), *Cognition and Characterization*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Parnes, S. J. (1981). Guiding Creative Action. In J. C. Gowan, J. Khatena and E. P. Torrance (Eds.), *Creativity: Its Educational Implications*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Parrott, C. A., Stongmank, T. (1985). Utilization of Visual Imagery in Creative Performance. *Journal of Mental Imagery*, 9, 53-66.
- Paulick, R. (1991). *Selecting and Guiding Comprehension of Science Textbooks*. Discover Science. Atlanta, GA: Scott, Foresman.
- Pearson, B. Z. (1990). The Comprehension of Metaphor by Preschool Children. *Journal of Child Language*, 17, 185-203.
- Pecker, H. G. (1979). Metaphor and Learning. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Perelman, C. H. (1969). Analogie et Métaphore en Science, Poésie et Philosophie. *Revue Internationale de Philosophie*, 87, 3-15.
- Petit, A. (1988). *Recherches sur la Philosophie et la Langage: la Metaphor*. Departement de Philosophy, Grenoble: Université de Sciences Sociales.
- Petrie, H. G. (1979). Metaphor and Learning. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 438-461). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pfeiffer, R. S. (1979). The Scientific Concept of Creativity. *Educational Theory*, 29, 129-137.
- Phye, G. D. (1989). Schemata Training and Transfer of an Intellectual Skill. *Journal of Educational Psychology*, 8, 347-352.
- Piaget, J. (1960). *The Psychology of Intelligence*. Patterson. New York: Little Field - Adams.
- Piaget, J. (1976). *A Linguagem e o Pensamento na Criança*. Lisboa: Moraes.
- Piaget, J. (1978). *A Formação do Símbolo na Criança: Imitação, Jogo e Sonho, Imagem e Representação* (3ª ed). Rio de Janeiro: Zahar.
- Pierce, C. S. (1985). Logic as Semiotic: The Theory of Signs. In R.E. Innis (Ed.). *Semiotics: An Introductory Anthology* (pp. 4-23). Bloomington: Indiana University Press.

- Pimm, D. (1988). Mathematical Metaphors. *Learning of Mathematics*, 8(1), 47-50.
- Poincaré, H. (1952). Mathematical Creation. In B. Ghiselin (Ed.), *The Creative Process*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Pollio, H., Barlow, J. M., Fine, H. J, Pollio, M. R. (1977). *Psychology and the Poetics of Growth*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pollio, H., Pollio, M. (1975). The Development of Figurative Language in Children. *Journal of Psychology Research*, 3, 138-143.
- Pollio, H., Pollio, M. (1979). A Test of Metaphoric Comprehension and Some Preliminary Development Data. *Journal of Child Language*, 6, 111-120.
- Polya, G. (1946). *How to Solve It*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Pope, M. L., Gilbert, J. K. (1983). Explanation and Metaphor: Some Empirical Questions in Science Education. *European Journal of Science Education*, 5 (3), 249-261.
- Pope, M. L., Shaw, M. L. G. (1979). *Negotiation in Learning*. Paper Presented at the Third International Congress on Personal Construct Psychology. Brenkelen, Netherlands.
- Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson.
- Popper, K. (1987). *A Lógica da Pesquisa Científica*. Lisboa: Edições D. Quixote.
- Popper, K. R., Lorenz, K. (1990). *O Futuro está Aberto*. Lisboa: Editorial Fragmentos.
- Postman, N., Weingartner, C. (1966). *Linguistics: a Revolution in Teaching*. New York: A Delta Book.
- Praia, J. (1995). *Formação de Professores no Ensino da Geologia: Contributos para uma Didáctica Fundamentada na Epistemologia das Ciências. O Caso de Deriva Continental*. Tese de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Pribram, K. (1990). From Metaphors to Models: The Use of Analogy in Neuropsychology. In David E. Leary (Ed.), *Metaphors in the History of Psychology* (Chapter 1). Cambridge: Cambridge University Press
- Prigogine, I., Stengers, I. (1986). *A Nova Aliança*. (Traduzido por Miguel Faria e M. Joaquina Trincadeira). *Ciência Aberta* n. 14. Lisboa: Gradiva.
- Puff, C. R. (Ed.). (1979). *Memory Organization and Structure*. Orlando, FL: Academic Press.
- Raad, B. L. (1989). Modern Trends in Scientific Terminology, Morphology and Metaphor. *American Speech*, 64(2), 128-136.
- Radford, D. L. (1989). *Promoting Learning Through the Use of Analogies in High School Biology Textbooks*. Unpublished Manuscript, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, 1-26. San Francisco, CA.
- Raven, J. C. (1938). *Guide to the Standard Progressive Matrices*. Scotland: University of Dumfries.

- Read, J. D., Bruce, D. B. (1982). Longitudinal Tracking of Difficult Memory Retrievals. *Cognitive Psychology*, 14, 280-300.
- Reichman, P., Coste, E. (1980). Mental Imagery and the Comprehension of Figurative Language. It's There a Relationship? In R. P. Honeck and R. Hoffman (Eds.), *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C. M. (1983). Meaningfulness and Instruction: Relating What is Being Learned to What a Student Knows. *Instructional Science*, 12, 197-218.
- Reitman, W. (1965). *Cognition and Thought*. New York: John Wiley and Sons.
- Reyna, V. F., Kiernan, B. (1995). Children's Memory and Metaphorical Interpretation. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10(4), 309-331.
- Reynolds, R. E., Baker, D. R. (1987). The Utility of Graphical Representations in Text: Some Theoretical and Empirical Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), 161-173.
- Reynolds, R. E., Ortony, A. (1980). Some Issues in the Measurement of Children's Comprehension of Metaphorical Language. *Child Development*, 51, 1110-1119.
- Reynolds, R. E., Schwartz, R. M. (1983). Relation of Metaphoric Processing to Comprehension and Memory. *Journal of Educational Psychology*, 75 (3), 450-459.
- Rheingold (1985). Development as the Acquisition of Familiarity. *Annual Review of Psychology*, 36, 1-17.
- Ribeiro dos Santos, L. (1989). *Metáforas de Razão ou Economia Política do Pensar Kantiano*. Tese de Doutorado. Lisboa: Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa.
- Ribeiro, M. G., Costa Pereira, D., Maskill, R. (1990). Reaction and Spontaneity: the Influence of Meaning from Everyday Language on Fourth Year Undergraduates' Interpretations of Some Simple Chemical Phenomena. *International Journal of Science Education*, 12(4), 391-401.
- Richards, I. A. (1936). *The Philosophy of Rhetoric*. London: Oxford University Press.
- Richardson, J. T. E. (1983). Mental Imagery in Thinking and Problem Solving. In St Jonathan and B.T. Evans (Eds.), *Thinking and Reasoning: Psychological Approaches*, (pp. 197-221). London: Routledge and Kegan Paul.
- Ricoeur, P. (1976). *Teoria da Interpretação*. (Traduzido por Artur Morão). Biblioteca de Filosofia Contemporânea. Lisboa: Edições 70.
- Ricoeur, P. (1979). *L'Imagination dans le Discours et dans l'Action*, in vários, *Savoir, Faire, Esperer, les Limits de la Raison I*. Paris.
- Ricoeur, P. (1983). *A Metáfora Viva*. (Traduzido por Joaquim Torres Costa). Rés - Editora, Lda. Porto.
- Ricoeur, P. (1983). *Temps et Récit*, Tome I - Paris.
- Rigney, J. W. (1978). Learning Strategies: a Theoretical Perspective. In H.F. O'Neil Jr. (Ed.), *Learning Strategies*. Orlando, FL: Academic Press.

- Ritchie, S. M. (1994). Metaphor as a Tool for Constructivist Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 16(3), 293-303.
- Ritchie, S. M., Butler, J. (1990). Aboriginal Studies and the Science Curriculum: Affecting Outcomes from a Curriculum Interpretation. *Research in Science Education*, 20, 249-354.
- Roadrangka, V., Yeany, R. H., Padilla, M. J. (1983). *Test GALT: Group Test of Logical Thinking*. Athens, GA: University Georgia.
- Roe, A. (1951). A Study of Imagery in Research Scientists. *Journal of Personality*, 19, 459-470.
- Roe, A. (1953). A Psychological Study of Eminent Psychologists and Anthropologists, and a Comparison with Biological and Physical Scientists. *Psychological Monographs*, 67(2), (n. 352).
- Roe, A. (1953). *The Making of a Scientist*. New York: Dodd, Mead.
- Ross, B. H. (1989). Remaining in Learning and Instruction. In S. Vosniadou and A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 438-469). Cambridge: Cambridge University Press.
- Royer, J. M., Cable, G. W. (1975). Facilitated Learning in Connected Discourse. *Journal of Educational Psychology*, 67, 116-123.
- Royer, J. M., Cable, G. W. (1976). Illustrations, Analogies, and Facilitative Transfer in Prose Learning. *Journal of Educational Psychology*, 68(2), 205-209.
- Rubano, G. L., Anderson, P. M. (1988). Reasoning and Writing with Metaphors. *English Journal*, 34-37.
- Rubenstein, M. F. (1975). *Patterns of Problem Solving*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall.
- Rumelhart, D. E. (1979). Some Problems with the Notion of Literal Meanings. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought*. (pp. 78-91). Cambridge: Cambridge University Press.
- Rumelhart, D. E., Abrahamson, A. A. (1973). A Model for Analogical Reasoning. *Cognitive Psychology*, 5, 1-28.
- Rumelhart, D. E., Lindsay, P. H., Norman, D. A. (1972). A Process Model for Long-term Memory. In E. Tulving and W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory*. New York: Academic Press.
- Rumelhart, D. E., Norman, D. A. (1981). Analogical Processes in Learning. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive Skills and their Acquisition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rumelhart, D. E., Ortony, A. (1987). The Representation of Knowledge in Memory. In R. C. Anderson, R. J. Spiro and W. E. Montague (Eds.), *Schooling and the Acquisition of Knowledge*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Salomon, G. (1989). *Why Should a Learner Bother to Transfer*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. S. Francisco, CA.
- Sanders, D. A., Sanders J. A. (1984). *Teaching Creativity Through Metaphor: An Integrated Brain Approach*. New York: Longman.
- Santiesteban, A. J., Koran, J. J. (1977). Instructional Adjuncts and Learning Science from Written Materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (1), 51-55.
- Santos, M. E. (1991). *Mudança Conceptual na Sala de Aula: Um Desafio Pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E., Praia, J.F. (1992). *Percursos de Mudança na Didáctica das Ciências, sua Fundamentação Epistemológica*. In Projecto Mutare. Coordenação de Francisco Cachapuz. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Santos, S. B., Goncalves, O. F. (1988). Construção de Metáforas e Formação Psicológica de Professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 1, 63-77.
- Schallert, D. L. (1980). The Role of Illustrations in Reading Comprehension. In R.J. Spiro, B.C. Bruca and W.F. Brewer (Eds.), *Theoretical Issues in Reading Comprehension* (pp. 503-524). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scheffler, I. (1988). Ten Myths of Metaphor. *The Journal of Aesthetic Education*, 22, 37-41.
- Schenk (1986). *Explanation Patterns*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schneider, W., Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing: I. Detection, Search, and Attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Schön, D. (1963). *Displacement of Concepts*. London: Tavistock.
- Schön, D. (1979). Generative Metaphor: a Perspective on Problem Setting in Social Policy. In Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 255-283). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Schön, D. (1987). *Educating and Reflective Practitioners Towards a New Design for Teaching and Learning in the Profession*. San Francisco: Jossey Bass.
- Schwartz, N. H., Kulhavy, R. W. (1981). Map Features and the Recall of Discourse. *Contemporary Educational Psychology*, 6, 151-158.
- Searle, J. R. (1979). Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 92-123). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sergiovanni, T. J. (1986). *Theories and Models as Metaphors: Building a Science of Supervision*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (70th, San Francisco, Ca, April 16-20, 1986).

- Shalon, H., Schesinger, I. M. (1972). *Analogical Thinking: A Conceptual Analyses of Analogy Tests*. In R. Feuerstein (Ed.). New York.
- Shapiro (1985). *Analogies, Visualization and Mental Processing of Science Stories*. Paper presented to the Information Systems Division of the International Communication Association. Honolulu, HI.
- Shibles, W. A. (1971). *Metaphor: An Annotated Bibliography and History*. Whitewater, Wisconsin: Language Press.
- Shibles, W. A. (1972). *Essays on Metaphor*. Whitewater, Wisconsin: The Language Press.
- Shiffrin, R. M. (1975). Short-term Store: The Basis for a Memory System. In F. Restle, R. M. Shiffrin, N. J. Castellan, H. R. Lindman, and D. B. Pisoni (Eds.), *Cognitive Theory* (vol. 1). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shiffrin, R. M., Schneider, W. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing: II. Perceptual Learning, Automatic Attending, and a General Theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Shrinjo, M., Myers, J. (1987). The Role of Context in Metaphor Comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 226-241.
- Siltanen, S. A. (1990). Effects of Explicitness on Children's Metaphor Comprehension. *Metaphor and Symbolic Activity*, 5(1), 1-20.
- Simon, H. A. (1973). Does Scientific Discovery Have a Logic? *Philosophy of Science*, 40, 471-480.
- Simon, H. A., Newell, A. (1971). Human Problem Solving: The State of the Theory in 1970. *American Psychologist*, 26, 145-149.
- Simons, P. R. J. (1984). Instructing with Analogies. *Journal of Educational Psychology*, 76 (3), 513-527.
- Skinner, B. F. (1974). *About Behaviorism*. New York: Alfred A. Knoph Inc.
- Smith, J. W. A. (1976). Children's Comprehension of Metaphor: A Piagetian Interpretation. *Language and Speech*, 19 (3), 236-243.
- Smith, L. H. (1988). Revising the Real Way: Metaphors for Selecting Detail. *English Journal*, 38-41.
- Smith, M. (1992). Expertise and the Organization of Knowledge: Unexpected Differences Among Genetic Counsellors: Faculty and Students on Problem Categorization Tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 179-205.
- Smith, N. L. (1991). *Metaphors for Evaluation*. Regional Educational Laboratory, 51-65.
- Snow, R. E. (1982). The Training of Intellectual Aptitude. In D. K. Detterman and R. J. Sternberg (Eds.), *How and How Much Can Intelligence Be Increased?* Norwood, New Jersey: Ablex.
- Soskice, J. M. (1985). *Metaphor and Religious Language*. Oxford: Clarendon Press.



- Spearman, C. (1923). *The Nature of Intelligence and the Principles of Cognition*. New York: McMillan.
- Spearman, C. (1927). *The Abilities of Men*. New York: McMillan.
- Spiegel, D. L., Wright, J. D. (1984). Biology Teachers' Preferences in Textbook Characteristics. *Journal of Reading*, 27, 624-628.
- Spiegel, G. F. (1992). *An Exploratory Study: The Recognition of Prose Structure and the Construction of Graphic Postorganizers Are More Useful in Combination than in Isolation*. Paper Presented at the Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching. Boston, MA.
- Spiro, R., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., Anderson, D. K. (1981). Multiple Analogies for Complex Concepts. Antidotes for Analogy - Induced Misconception in Advanced Knowledge Acquisition. In S. Vosniadou and A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, (pp. 498-531). Cambridge: Cambridge: University Press.
- Stavy, R. (1991). Using Analogy to Overcome Misconceptions about Conservation of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (4), 305-313.
- Steenburgh, E. W. (1965). Metaphor. *Journal of Philosophy*, 62, 678-688.
- Stensvold, M. S., Wilson, J. T. (1990). The Interaction of Verbal Ability with Concept Mapping in Learning from a Chemistry Laboratory Activity. *Science Education*, 74 (4), 473-480.
- Stepich, D. A., Newby, T. J. (1988). Analogical Instruction within the Information Processing Paradigm: Effective Means to Facilitate Learning. *Instructional Science*, 17, 129-144.
- Sternberg, R. J. (1977). *Intelligence, Information Processing and Analogical Reasoning: The Componential Analyses of Human Abilities*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1990). *Metaphors of Mind: Conceptions of the Nature of Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Rifkin, B. (1979). The Development of Analogical Reasoning Processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 27, 195-232.
- Sutton, C (1978). *Metaphorical Language*. Occasional paper. University of Leicester.
- Sutton, C. (1979). Language in Science Lessons. *Science Education*, 342-349.
- Sutton, C. (1992). *Words, Science and Learning*. London: Open University Press.
- Tauber, M. J., Waerny, Y. Van Muylwijk (1985). On the Interaction between System and User Characteristics. *Behaviour and Information Technology*, 4(4), 289-308.

- Tavares, J., Bonboir, A. (1989). A Construção do Conhecimento a partir da Interacção Aluno/Texto Didáctico. In *Projecto de Investigação em Desenvolvimento, Aprendizagem, Currículo e Supervisão*, Documento 1. Universidade de Aveiro. Departamento de Ciências Fundamentais da Educação.
- Thagard, P. (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 537-544.
- Tharp, T. G., Gallimore, R. (1991). *The Instructional Conversation: Teaching and Learning in Social Activity*. Washington, DC: National Center for Research on Cultural Diversity and Second Language Learning.
- Thiele, R. B. (1991). Analogies in Secondary Chemistry Education Textbooks The Authors' Views. In *Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the Science Education Association of Western Australia* (pp. 133-143).
- Thiele, R. B., Treagust, D. F. (1991). Using Analogies in Secondary Chemistry Teaching. *The Australian Science Teachers Journal*, 37(2).
- Thiele, R. B., Treagust, D. F. (1992). The Nature and Extent of Analogies in Secondary Chemistry Textbooks. *Instructional Science*.
- Thiele, R. B., Venville (1993). *Secondary Chemistry and Biology Textbook Analogies: a Comparative Analysis*. A paper presented to Symposium Teaching and Learning Science with Analogies at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Atlanta. USA.
- Thomson, W. (1884). *Notes of Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light*. Baltimore, MA: The Johns Hopkins University Press.
- Thorndike, et al. (1926). *The Psychology of Algebra*. New York: McMillan.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary Mental Abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tiberius, R. G. (1986). Metaphors Underlying the Improvement of Teaching and Learning. *British Journal of Educational Technology*, 17(2), 144-156.
- Tobin, K. (1987). Forces which Shape the Implemented Curriculum in High School Science and Mathematics. *Teaching and Teachers Education*, 3, 267-298.
- Tobin, K. (1989). *Metaphor as a Basis for Conceptualizing Teaching Roles*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, 1-14. San Francisco.
- Tobin, K. (1990). Metaphors and Images in Teaching. *The Key Center for School Science and Mathematics*, 5.
- Tobin, K., Espinet, M. (1989). Impediments to Change: an Application of Peer Coaching in High School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.

- Tobin, K., Fraser, B.J. (Eds.). (1987). *Exemplary Practice in Science and Mathematics Education*. Perth: Curtin University of Technology.
- Tobin, K., Gallagher, J. J. (1987). What Happens in High School Science Classrooms? *Journal of Curriculum Studies*, 19, 549-560.
- Tobin, K., Jackubowski, E. (1990). The Cognitive Requisites for Improving the Performance of Elementary Mathematics and Science Teaching. In E. W. Ross, J. W. Cornett and McCutcheon (Eds.), *Teacher Personal Theorizing: Issues, Problems and Implications*. Columbia, New York: Teachers College Press.
- Tobin, K., Kahle, J. B., Fraser, B. J. (Eds.) (1990). *Windows into Science Classroom: Problems Associated with Higher-Level Cognitive Learning*. London: Falmer Press.
- Tobin, K., Tippins, D. J., Gallard, A. J. (1993). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. In L. Dorothy, Gabell (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. National Science Teachers Association. New York: McMillan.
- Tobin, K., Tippins, D. J., Hook, K. S. (1994). Referents for Changing a Science Curriculum: a Case Study of one Teacher's Change in Beliefs. *Science Education*, 3, 245-264.
- Tobin, K., Ulerick, S. L. (1989). *An Interpretation of High School Science Teaching Based on Metaphors and Beliefs for Specific Roles*. Paper presented at The Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Francisco, CA.
- Tobin, K., Ulerick, S. L. (1995). Relationships between Metaphors, Beliefs, and Actions in a Context of Science Curriculum Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (3), 225-242.
- Tom, A.R. (1980). Teaching as a Moral Craft: a Metaphor for Teaching and Teacher Education. *Curriculum Inquiry*, 10(3).
- Torrance, E. P. (1966). *Rewarding Creative Behavior*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Torrance, E. P. (Ed.) (1972). *Torrance Tests of Creative Thinking*. Directions Manual and Scoring Guide. Figural Test Booklet A. Personnel Press.
- Tourangeau, R. (1982). Metaphor and Cognitive Structure. In D. Miall (Ed.), *Metaphor: Problems and Perspectives*. Brighton: Harvester Press.
- Tourangeau, R., Rips, L. (1991). Interpreting and Evaluating Metaphors. *Journal of Memory and Language*, 30, 452-472.
- Tourangeau, R., Sternberg, R. J. (1981). Aptness in Metaphor. *Cognitive Psychology*, 13, 27-55.
- Tourangeau, R., Sternberg, R. J. (1982). Understanding and Appreciating Metaphors. *Cognition*, 11, 203-244.

- Treagust, D. F., Duit, R., Joslin, P. (1992). Science Teachers' Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.
- Trick, L., Katz, A. N. (1986). The Domain Interaction Approach to Metaphor Processing. Relating Individual Differences and Metaphor Characteristics. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 185-213.
- Tulving, E. (1972). Episodic and Semantic Memory. In E. Tulving and W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory* (pp. 382-403). Orlando, FL: Academic Press.
- Tulving, E., Thompson, D. M. (1973). Encoding Specificity and Retrieval Processes in Episodic Memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.
- Turbayne, C. (1970). *The Myth of Metaphor*. Columbre, South Caroline: University of South Caroline Press.
- Tversky, A. (1977). Features of Similarity. *Psychological Review*, 84, 327-352.
- Ulerick, S. L. (1983). *A Critical Review of Research Related to Learning from Science Textbooks*. Unpublished Manuscript, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas.
- Valente, M. O. (1991). A Investigação em Didáctica. *Actas do II Encontro Nacional de Didáctica e Metodologias de Ensino* (pp. 9-21). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Valente, M., Ambrósio, T., Costa Pereira, D. (1995). Le Valeur Formative du Concept d'Énergie et l'Enseignement des Sciences. In A. Giordan et J. L. Martinand (Ed.), *Que Savons-nous des Savors Scientifiques et Techiniques? Actes des XVII Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Chamonix.
- van der Veer, G. C., Felt, M. A. M. (1988). Development of Mental Models of an Office System. In G. C. Van der Veer and B. Mulder (Eds.), *Human Computer Interaction - Psychonomic Aspects*. Heidelberg: Springer Verlag.
- van Hont Wolters, B. H. A. M. (1989). Selecting and Cueing Key Phrases in Instructional Texts. In H. Mandl, E. de Corte, S.N. Bennett, H.F. Friedrich (Eds.), *Learning and Instruction: European Research in an International Context* (vol. II, III). Oxford: Pergamon.
- van Noppen, J. P., De Knop, S., Jongen, R. (1995). *Metaphor: A Bibliography of Post-1970 Publications*. Amsterdam: John Benjamins.
- Verbrugge, R. R. (1974). *The Comprehension of Analogy*. Unpublished Doctoral Dissertation. Minneapolis: University of Minnesota.
- Verbrugge, R. R. (1979). The Primacy of Metaphor in Development. *New Directions for Child Development*, 6, 77-84.

- Verbrugge, R. R. (1986). Research on Metaphoric Development: Themes and Variations. *Human Development*, 29, 241-244.
- Verbrugge, R. R., McCarrell, N. (1977). Metaphoric Comprehension: Studies in Reminding and Resembling. *Cognitive Psychology*, 9, 494-533.
- Vico, G. (1948). *The New Science*. (Translated by T. Berginard and M. H. Fisch). Ithaca, New York: Cornell University Press.
- von Glasersfeld, E. (1989). *Knowing without Metaphysics: Aspects of the Radical Constructivist Position*. Kitchener-Waterloo Record, Kitchener. Ontario.
- Vosniadou, S. (1987). Children and Metaphors. *Child Development*, 58, 870-885.
- Vosniadou, S. (1987). Contextual and Linguistic Factors in Children's Comprehension of Non-Literal Language. *Metaphor and Symbolic Activity*, 2(1), 1-11.
- Vosniadou, S. (1989). Development of Metaphor Comprehension. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4(3), 159-171.
- Vosniadou, S. (1995). Analogical Reasoning in Cognitive Development. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10(4), 297-308.
- Vosniadou, S., Brewer, W. F. (1987). Theories of Knowledge Restructuring in Development. *Review of Educational Research*, 57, 51-67.
- Vosniadou, S., Ortony, A. (1983). The Emergence of the Literal-Metaphorical Anomalous Distinction in Young Children. *Child Development*, 54, 154-161.
- Vosniadou, S., Ortony, A. (1984). *Testing the Metaphoric Competence of the Young Children* (Technical Rep. n. 313). Urbana, Champaign; University of Illinois. Center for the Study of Reading.
- Vosniadou, S., Ortony, A., Reynolds, R. E., Wilson, P. (1984). Sources of Difficulty in the Young Child's Understanding of Metaphorical Language. *Child Development*, 55, 1588-1606.
- Vosniadou, S., Schommer, M. (1988). Explanatory Analogies Can Help Children Acquire Information from Expository Text. *Journal of Educational Psychology*, 80, 524-536.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Boston, MA: The M. I. T. Press.
- Waggoner, J. E., Palermo, D. S. (1989). Betty is a Bouncing Bubble: Children's Comprehension of Emotion - Descriptive Metaphors. *Developmental Psychology*, 25, 152-163.
- Walkup, L. E. (1965). Creativity in Science Through Visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 21, 35-41.
- Wallace, A. R. (1880). *Island Life*. New York: Macmillan.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. New York: Harcourt Brace Jovanovith.
- Walton, A. (1978). *Molecular and Crystal Structure Models*. New York: Ellis Horwood.

- Wandersee, J. H. (1988). Ways Students Read Texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(1), 69-84.
- Wandersee, J. H. (1992). The Historically of Cognition: Implications for Science Education Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 423-434.
- Warren, J. (1978). Private Communication.
- Wason, P., Land, P. J. (1972). *Psychology of Reasoning: Structure and Content*. London: B. T. Batsford.
- Watkins, O., Watkins, M. (1975). Build up of Proactive Inhibition as a Cue Overload Effect. *Journal of Experimental Psychology. Human Learning and Memory*, 82, 261-275.
- Way, E. C. (1991). *Knowledge Representation and Metaphor*. Department of Philosophy, State University of New York at Birmingham: Kluwer Academic Publishers.
- Webb, M. J. (1985). Analogies and Their Limitations. *School Science and Mathematics*, 85, 645-650.
- Weber, M. (1946). *Essays in Sociology*. In H. Gerth and C.W. Mills (Eds.). London: Oxford University Press.
- Weimer, W. B. (1973). Psycholinguistics and Plato's Paradoxes of the Meno. *American Psychologist*, 28, 15-33.
- Weisberg, R. (1988). Problem Solving and Creativity. In J. Sternberg (Ed.), *The Nature of Creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wellington, J. J. (1983). A Taxonomy of Scientific Words. *Science Education*, June, 766-773.
- Wharton, C. M., Holyoak, K. J., Downing, P. E., Lange, T. E., Wickens, T. D., Melz, E. R. (1994). Below the Surface: Analogical Similarity and Retrieval Competition in Reminding. *Cognitive Psychology*, 26, 64-101.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.
- Wheelwright (1962). *Metaphor and Reality*. Bloomington. Indiana: Indiana University Press.
- Whitely, S. E., Dawis, R. V. (1975). *A Cognitive Intervention for Improving the Estimate of Latent Ability Measured from Analogy Items*. (Technical Report nº 3010). Minneapolis: University of Minneapolis.
- Wicken, J. S. (1976). The Value of Historical Concepts in Science Education. *Journal of Chemical Education*, 53(2), 96-97.
- Weiner, E. J. (1987). Computational Considerations for the Processing of Explanatory Literal Analogies and Expressive Metaphors. *Computers and the Humanities*, 21(2), 91-101.
- Williams, D. (1972). Computer Program Organization Induced from Examples. In H. A. Simon and L. Siklosy (Eds.), *Representation and Meaning Experiments with Information Processing Systems*. Englewood Cliffs, New York: Prentice Hall.

- Williams, R. L., Yore, L. D. (1985). Content, Format, Gender and Grade Level Differences in Elementary Students' Ability to Read Science Materials as Measured by the Close Procedure. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (1), 81-88.
- Willner, A. (1964). An Experimental Analyses of Analogical Reasoning. *Psychological Reports*, 15, 479-494.
- Winner, E. (1979). New Names for Old Things: The Emergence of Metaphoric Language. *Journal of Child Language*, 6, 469-491.
- Winner, E. (1988). *The Point of Words: Children's Understanding of Metaphor and Irony*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Winner, E., Engel, M., Gardner, H. (1980). Misunderstanding Metaphor: What's the Problem? *Journal of Experimental Child Psychology*, 30, 22-32.
- Winner, E., McCarthy, M., Gardner, H. (1980). The Ontogenesis of Metaphor. In R. P. Honeck and R. R. Hoffman (Eds.), *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Winner, E., Rosenstiel, A. K., Gardner, H. (1978). The Development of Metaphoric Understanding. *Developmental Psychology*, 12(4), 289-297.
- Winston, P. H. (1970). Learning Structural Disciplines from Examples. In *Artificial Intelligence Laboratory*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Wright, P. W. (1954). *The Burning Fountain*. Indiana University Press.
- Yager, R. E. (1983). The Importance of Terminology in Teaching K-12 Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (6), 577-588.
- Yelton, T. L., Alexander, P. A. (1993). *Do Analogies Really Help? What Happens when Competent Readers Encounter or Construct Analogies in Scientific Exposition*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Reading Conference. Charleston, S.C.
- Zeidler, D. L., Lederman, N. G. (1989). The Effect of Teachers' Language on Students' Conceptions of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (9), 771-784.
- Zeitoum, H. H. (1984). Teaching Scientific Analogies: a Proposed Model. *Research in Science and Technological Education*, 2 (2), 107-123.
- Zencey, E. (1991). Some Brief Speculations on the Popularity of Entropy as Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 47-56.





**BIBLIOGRAFIA**

- Abimbola, I. O. (1984). The Problem of Terminology in the Study of Student Conceptions in Science. *Science Education*, 72(2), 178-179.
- Agapito, P., Scienza, L., Antonietti, A. (1989). Analogie Visive e Verbali nel Problem-Solving. *Psicologia e Scuola - Giornale Italiano di Psicologia dell'Educazione e Pedagogia Sperimentale*.
- Al-Kunified, A., Wandersee, J. H. (1990). One Hundred References Related to Concept Mapping. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 1069-1075.
- Alarcão, I. (1994). A Didáctica Curricular na Formação de Professores. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 723-732). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Alarcão, I., Alegre, T., Andrade, A. I., Araújo e Sá, M. H., Junqueiro, A., Moreira, A. (1994). Da Essência da Didáctica ao Ensino da Didáctica. Projecto EUREKA/DL na Universidade de Aveiro. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 247-262). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Aldrich, V. C. (1968). Visual Metaphor. *Aesthetic Education Journal*, 2 (1), 73-86.
- Allbritton, D. W. (1995). When Metaphors Function as Schemas: Some Cognitive Effects of Conceptual Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10 (1), 33-46.
- Allison, D. J. (1984). *An Array Processing Theory of Memory, Thought, and Behavior Patterning: a Radically Reconstructive View*. Baylor University, Olin E. Teagle Veterans Medical Center.
- Almeida, A. M. G., Alexandre, F. M. (1994). Epistemologia e Educação em Ciência: Investigação e Inovação Pedagógica. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 113-130). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Ambrósio, T. (1990). Da Tecnologia Social à Investigação Educativa. In *Educação, Ciências Sociais e Realidade Portuguesa*, Porto: Edições Afrontamento.
- Ambrósio, T. (1993). A Formação Contínua dos Professores à Luz dos Actuais Sistemas Antropocêntricos de Produção e Formação. In *Aprender*, Ed. Escola Superior de Educação de Portalegre.
- Ambrósio, T., Barata, M. (1988). *Desafios e Limites da Modernização*. Cadernos Modernização 1. Lisboa: IED.

- Amor, E. (1994). Repensar a Didáctica. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 71-82). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Anderson, P. M., Sunstein, B. S. (1987). *Teaching the Use of Metaphor in Science Writing*. Paper presented at the 38 th Annual Meeting of the Conference on College Composition and Communication. Atlanta, GA.
- Antonietti, A. (1990). L' Uso di Analogia nella Soluzione di Problemi: Effecti Del Contesto Di Elaborazione: *Contributi dei Departamenti e Istituti Italiani di Psicologia*, 3(3), 3-17.
- Antonietti, A. (1993). Processing Analogies to Solve Problems. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 25-32). Paris: Université de Paris VI.
- Aspen, D., Elliott, R. K., Charlton, K., Hudson, L., Lawton, D., Holton, G., Wilson, R. (1984). *Metaphors of Education*. In Taylor, W. (Pub.).
- Aubert, G. (1993). L'Acquisition de Connaissances par Analogie. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 13-24). Paris: Université de Paris VI.
- Baldwin, R. S., Luce, T. S., Readence, J. E. (1982). The Impact of Sub schemata on Metaphorical Processing. *Reading Research Quarterly*, 17(4), 528-542.
- Ballim, A., Wilks, Y., Barnden, J. (1991). Belief Ascription, Metaphor, and Intentional Identification. *Cognitive Science*, 15, 133-171.
- Barsalou, L. W. (1989). Intraconcept Similarity and Its Implications for Interconcept Similarity. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 76-121). Cambridge: Cambridge University Press.
- Beardsley, M. C. (1962). The Metaphorical Twist. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 105-122). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Beer, C. G. (1984). Homology, Analogy, and Ethology. *Human Development*, 27, 297-308.
- Belleza, F. S. (1992). The Mind's Eye in Expert Memorizers' Descriptions of Remembering. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7 (4), 119-133.
- Belo, F. (1987). *Linguagem e Filosofia: Algumas Questões para Hoje*. Lisboa: Imprensa Nacional, Casa da Moeda (Pub.).
- Belo, F. (1993). *Filosofia e Ciências da Linguagem*. Edições Colibri (Ed.).
- Berggren, D. (1966). From Myth to Metaphor. *The Monist*, 50, 530-552.
- Bergman, M. (1982). Metaphorical Assertions. *Psychological Review*, 91, 229-245.
- Berman, L. M. (1992). My Metaphoric Journey. *The Educational Forum*, 56(4).

- Bernstein, D., Kennedy, J. M. (1994). Contradictions Between Metaphors: A Means of Expressing an Attitude. *Metaphor and Symbolic Activity*, 9 (3), 193-209.
- Bernstein, R. J. (1983). *Beyond Objectivism and Relativism: Science, Hermeneutics, and Praxis*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Berthoff, A. E. (1981). *The Making of Meaning: Metaphors, Models and Maxims for Writing Teachers*. Boynton/Cook Publishers Inc.
- Bideaud, J., Honde. (1987). Representation Analogique et Résolution des Probleme dit "d'Inclusion". *Archives de Psychologie*, 55, 281-303.
- Bissuel, G. (1993). Etude de l'Utilisation de l'Analogie par les Elèves dans l'Apprentissage du Concept d'Energie. *Actes des Journées d'Etude: Raisonement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 127-136). Paris: Université Paris VI.
- Black, M. (1992). Metaphor. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 63-83). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Blanc, F. (1993). La Construction d'un Modèle Mental Subsymbolic d'un Problém Analogique: une Modélisation Connexionniste Corticale. *Actes des Journées d'Etude: Raisonement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 74-79). Paris: Université Paris VI.
- Blaye, A., Orsini-Bouichou, F., Paour, J. L. (1993). Transfer de Schèmes Relationnels dans le Raisonement Analogique, Paradigme d'Étude de la Construction de Nouvelles Connaissances et du Développement Cognitif. *Actes des Journées d'Etude: Raisonement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 39-46). Paris: Université Paris VI.
- Bogdan, R., Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- Boorman, P. (1988). Metaphor. *Mathematics Teaching*, 65-66.
- Bosch, P. (1985). Context Dependence and Metaphor. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought*. (pp. 141-176). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Bourrelly, L., Savelli, J. (1992). A Propos des Ambiguités du Raisonement Analogique. *Technique et Science Informatiques*, 11(6), 39-65.
- Braun, C. M. J. (1992). A Note on the Effect of Semantic Anomaly on the Intensity of Emotional Impact of Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7(1), 1-10.
- Brooke-Rose, C. (1958). *A Grammar of Metaphor*. Secker and Warburg (Ed.).
- Brooks, L. R. (1990). Concept Formation and Particularizing Learning. *Information, Language and Cognition*. In Philip P. Hanson (Ed.). Vanconver: University of British Columbia Press.
- Brown, A. L. (1989). Analogical Learning and Transfer: What Develops? In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 369-412). Cambridge: Cambridge University Press.

- Brown, A. L., Kane, M. J., Echols, C. H. (1986). Young Children's Mental Models Determine Analogical Transfer across Problems with a Common Goal Structure. *Cognitive Development*, 1, 103-122.
- Brown, D. E., Clement, J. (1989). Overcoming Misconceptions Via Analogical Reasoning: Abstract Transfer Versus Explanatory Model Construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Bruck, M., Treiman, R. (1992). Learning to Pronounce Words: the Limitations of Analogies. *Reading Research Quarterly*, 27(4), 375-387.
- Bruno, S. (1993). Quand Peut-on Parler de Raisonnement par Analogie? *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 113-118). Paris: Université Paris VI.
- Bump, J. (1985). Metaphor, Creativity, and Technical Writing. *College Composition and Communication*, 36(4).
- Burgess, C., Chiarello, C. (1996). Neurocognitive Mechanisms Underlying Metaphor Comprehension and Other Figurative Language. *Metaphor and Symbolic Activity*, 11(1), 67-84.
- Burrell, D. (1973). *Analogy and Philosophical Language*. New Haven: Yale University Press.
- Burstein, M., Adelson (1987). Analogical Learning: Mapping and Integrating Partial Mental Models. *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 147-152.
- Carbonell, J. C. (1983). Learning By Analogy. Formulating and Generalizing Plans from Past Experience. In R. S. Michalsk and J. Carbonell (Ed.), *Machine Learning*. Palo Alto.
- Cardoso, A. (1994). Currículo e Didáticas. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 31-36). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Carr, E. M. (1985). The Vocabulary Overview Guide: A Metacognitive Strategy to Improve Vocabulary Comprehension and Retention. *Journal of Reading*, 28(8), 684-689.
- Carroll, N. (1994). Visual Metaphor. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 189-218). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Cassels, J., Johnstone, A. (1980). Understanding of Non-Technical Words in Science. *The Chemical Society*, 1-17.
- Castro Caldas, A. (1979). Perturbações da Linguagem e de Outras Funções Simbólicas Devidas a Lesões Focais no Cérebro. *Temas de Neurologia Clínica*. Lisboa: Secção Editorial da A.E.F.M.L.
- Cation, D. (1982). The Creation of Metaphor: a Case for Figurative Language in Technical Writing Classes. *Journal of Advanced Composition*, 3 (1-2), 69-78.

- Cauzinelle-Marmèche, E. (1990). Apprendre à Utiliser des Connaissances pour la Résolution des Problèmes: Analogie et Transfer. *Bulletin de Psychologie XLIV n° 399*.
- Cerbin, W. (1985). *Young Children's Comprehension of Metaphoric Language*. Paper Presented at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development. Toronto.
- Chagas, I. (1993). *Teachers as Innovators: A Case Study of Implementation the Interactive Videodisc in a Middle School Science Program*. Doctoral Dissertation. Boston, MA: Boston University.
- Chiarello, C. (1991). The Psychology of Word Meanings. In P.J. Schwanenflugel (Ed.), *Interpretation of Word Meanings by the Cerebral Hemispheres: One is Not Enough* (pp. 251-278). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clement, J. (1981). *Analogy Generation in Scientific Problem Solving*. Paper presented at Third Annual Conference of the Cognitive Science Society, 137-140.
- Clement, J. (1982). *Analogical Reasoning Patterns in Expert Problem Solving*. Paper presented at Fourth Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 79-81.
- Clement, J. (1983). *Use of Analogies and Spatial Transformations by Experts in Solving Mathematics Problems*. Paper presented at the Fifth Annual Meeting of the International Group for Psychology of Mathematics Education, 102-111.
- Clement, J. (1986). *Methods for Evaluating the Validity of Hypothesized Analogies*. Paper presented at Eighth Annual Conference of the Cognitive Science Society, 223-234.
- Clevenger, Jr., Edwards, R. (1988). Semantic Distance as a Predictor of Metaphor Selection. *Journal of Psycholinguistic Research*, 17(3), 211-226.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E. (1991). Analogies from the Psychology and Sociology of Science for Understanding Classroom Life. *Science Education*, 75 (1), 23-44.
- Cohen, T. (1979). Metaphor and the Cultivation of Intimacy. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 1-10). Chicago: The University of Chicago Press.
- Cohen, T. (1992). Figurative Speech and Figurative Acts. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 182-199). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Collins, A., Burstein, M. (1989). A Framework for a Theory of Comparison and Mapping. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 546-566). Cambridge: Cambridge University Press.
- Connor, K., Martin, A. (1982). *Children's Recognition of Asymmetry in Metaphor*. Paper Presented at the Meeting of the South Eastern Conference on Human Development, Baltimore.
- Cooke, N. J., Bartha, M. C. (1992). An Empirical Investigation of Psychology Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7 (4), 215-235.

- Costa Pereira, D. (1989). Da Problemática das Representações aos Modelos em Ciência. *Revista Portuguesa de Educação*, 2(3), 73-96.
- Costanzo, W. V. (1988). Media, Metaphors, and Models. *English Journal*, 28-32.
- Crisafi, M. A., Brown, A. L. (1986). Analogical Transfer in Very Young Children: Combining Two Separately Learned Solutions to Reach a Goal. *Child Development*, 57, 953-968.
- Cromer, R. F. (1991). *Language and Thought in Normal and Handicapped Children*.
- Cruz, M. N., Valente, M. O. (1993). Estratégias Metacognitivas e Resolução de Problemas: Um Estudo com Alunos do 10ºano de Física-Química. *Revista de Educação*, 3(1).
- Dagher, Z. R. (1991). *Analogies in the Science Classroom: Do They Promote Learning?* Paper presented at the 17th Annual Meeting of the Association for Teacher Education in Europe.
- Dagher, Z. (1992). *Analysis and Synthesis of Studies Related to the Effectiveness of Analogies in Science Teaching*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.
- Dagher, Z. (1994). Características Únicas das Analogias Utilizadas pelos Professores (Traduzido por Isabel Chagas) *Revista da Educação*, 4(1/2), 57-67.
- Danesi, M. (1993). From Percepts to Concepts: The Metaphoricity Hypothesis. In Vico, Thomas A. Sebeok (Ed.), *Metaphor and the Origin of Language* (Chapter six). Indianapolis: Indiana University Press.
- Darke, J. (1980). Children Talking. In *Language in Science* (pp. 8-16). Prepared by the Language in Science Working Party Association. USA.
- de Groot, A. (1995). Understanding Versus Discriminating Nonliteral Utterances: Evidence for a Dissociation. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10(4), 255-273.
- de Man, P. (1979). The Epistemology of Metaphor. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 11-28). Chicago: The University of Chicago Press.
- Dean, R. S., Enemoh, P. A. C. (1983). Pictorial Organization in Prose Learning. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 20-27.
- Deane, P. D. (1993). On Metaphoric Inversion. *Metaphor and Symbolic Activity*, 8(2), 111-126.
- Degenhardt, M. A. B. (1982). *Education and the Value of Knowledge*. London: George Allen and Unwin (Pub.).
- Dejong, G. (1989). The Role of Explanation in Analogy; or The Curse of an Alluring Name. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 346-366). Cambridge: Cambridge University Press.
- Dent, C. H. (1986). The Development of Metaphoric Competence: a Symposium. *Human Development*, 29, 223-226.

- Dent, C. H., Leadbetter, P. J. (1986). Facilitating Children's Recall of Figurative Language in Text Using Films of Natural Objects and Events. *Human Development*, 29(4), 231-244.
- Dent-Read, C. H., Klein, G., Eggleston, R. (1994). Metaphor in Visual Displays Designed to Guide Action. *Metaphor and Symbolic Activity*, 9 (3), 211-232.
- Dent-Read, C. H., Rosenberg, L., (1990). Visual and Verbal Metaphors: Developmental Interactions. *Child Development*, 61, 983-994.
- Dent-Read, C. H., Szokolszky (1993). Where Do Metaphors Come From? *Metaphor and Symbolic Activity*, 8(3), 227-242.
- Désirat, C., Hordé, T., Delesalle, S., Kuentz, P., Marchello-Nizia, C., Petiot, G. (1977). *Langages: Formation des Discours Pédagogiques*. Paris: Didier - Larousse.
- diSessa, A. A. (1983). Phenomenology and the Evolution of Intuition. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 15-34). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Domingos, A. M., Barradas, H., Rainha, H., Neves, I. P. (1986). *A Teoria de Bernstein em Sociologia da Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Dresprels-Fraysse, A., Fraysse, J. C. (1993). Place de L'Analogie dans la Genèse des Systèmes de Classification. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 33-38). Paris: Paris Université VI.
- Eco, U. (1988). *Signo*. Barcelona: Editorial Labor.
- Edwards, A. D., Furlong, V. J. (1978). *The Language of Teaching: Meaning in Classroom Interaction*. London: Heinemann Educational Books Ltd.
- Edwards, A. D., Westgate, D. P. G. (1987). *Investigating Classroom Talk*. Basingstoke: The Falmer Press.
- Edwards, D., Mercer, N. (1989). *Common Knowledge. The Development of Understanding in the Classroom*. London: Routledge and Kogan Paul.
- Egan, K. (1988). Metaphors in Collision: Objectives, Assembly Lines, and Stories. *The Ontario Institute for Studies in Education*, 65-84.
- Ehri, L. C., Robbins, C. (1992). Beginners Need Some Decoding Skill to Read Words by Analogy. *Reading Research Quarterly*, 27(1), 13-26.
- Elbers, L. (1988). New Names from Old Words: Related Aspects of Children's Metaphors and Word Compounds. *Child Language*, 15, 591-617.
- Epstein, R. L., Gamlin, P. J. (1994). Young Children's Comprehension of Simple and Complex Metaphors Presented in Pictures and Words. *Metaphor and Symbolic Activity*, 9 (3), 179-191.

- Espagnat, B. d' (1981). L'Analogie et les Fondaments de la Theorie Quantique et de la Theorie de les Particules. In A. Lichnerowicz, F. Perroux et G. Gadoffreg (Eds.), *Analogie et Connaissance* (v. 2), Paris: Maloine.
- Fernandez, J. W., Friedrich, P., Quinn, N., Alverson, H., Turner, T., Ohnuki-Tierney, E., Durham, D., Pesmen, D., Colby, B. N. (1991). *Beyond Metaphor : the Theory of Tropes in Anthropology*. In J. W. Fernandez (Ed.). San Francisco, CA: Stanford University Press.
- Fogelin, R. J. (1986). *Figuratively Speaking*. New Haven: Yale University Press.
- Fogelin, R. J. (1994). Metaphors, Similes and Similarity. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 23-40). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Forbus, K. D. (1983). Qualitative Reasoning About Space and Motion. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 53-74). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fox, S. W. (1988). Evolution Outward and Forward. In M.W. Ho and S.W. Fox (Eds.), *Evolutionary Processes and Metaphors* (chapter 2). John Wiley and Sons Ltd.
- François, F. (1980). *Langages: Conduites Langagières et Sociolinguistique Scolaire*. Paris: Larousse.
- Freeman, M. (1985). Paul Ricoeur on Interpretation: the Model of the Text and the Idea of Development. *Human Development*, 28(6), 295-312.
- Gallagher, J. M. (1989). The Future of Formal Thought Research: the Study of Analogy and Metaphor. *Formal Thought Research*, 77-98.
- Gallup, G. G. Jr., Cameron, P. A. (1992). Modality Specific Metaphors: Is Our Mental Machinery "Colored" by a Visual Bias? *Metaphor and Symbolic Activity*, 7(2), 93-98.
- Gama de Sá, J., Valente, M. O. (1989). Estilos Cognitivos, Concepções Intuitivas e o Ensino-Aprendizagem das Ciências no 2º Ciclo do Ensino Básico. *Revista Portuguesa de Educação*, 2(3), 45-61.
- Gardner, H., Winner, E. (1979). The Development of Metaphoric Competence: Implications for Humanistic Disciplines. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 121-140). Chicago: The University of Chicago Press.
- Garver, N. Chong Lee, S. (1994). Structure and Metaphor. In *Derrida and Wittgenstein* (pp. 14-60). Philadelphia: Temple University Press.
- Gentner, D. (1981). Generative Analogies as Mental Models. *Proceedings of the 3th Annual Meeting of Cognitive Science Society*, California.
- Gentner, D. (1982). *Metaphor: Problems and Perspectives*. Brighton, Sussex: Harvester Press.



- Gentner, D. (1983). Structure Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gibbs, R. (1987). What Does it Mean to Say that a Metaphor has been Understood? In R. Haskell (Eds.), *Cognition and Symbolic Structures: The Psychology of Metaphoric Transformations*. Norwood, New York: Ablex.
- Gibbs, R., Wales, R. (1990). Metaphor or Simile: Psychological Determinants of the Differential Use of Each Sentence Form. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 199-213.
- Gilbert, S. W. (1991). Model Building and a Definition of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73-79.
- Gineste, M. D., Gilbert, L. (1993). Acquisition de Connaissances en Biologie et Analogies Illustrés: une Étude Auprès d'Élèves de CM2. *Journées d'Étude "Raisonnement par Analogie et Acquisition des Connaissances"* (pp. 99-103). Paris: Université Paris VI.
- Giordan, A. (1995). Histoire des Sciences et Didactique. In A. Giordan et J. L. Martinand (Ed.), *Que Savons-nous des Savoirs Scientifiques et Techniques? Actes des XVII Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Chamonix.
- Giordan, A., Martinand, A. (1979). *Signes et Discours dans l'Éducation et la Vulgarisation Scientifiques*. Nice: Z'édicions.
- Glucksberg, S. (1995). Commentary on Nonliteral Language: Processing and Use. *Metaphor and Symbolic Activity*, 10 (1), 47-57.
- Glucksberg, S., Keysar, B. (1990). Understanding Metaphorical Comparisons: Beyond Similarity. *Psychological Review*, 97 (1), 3-18.
- Glynn, S. M., Yeany, R. H., Britton, B. K. (1991). *The Psychology of Learning Science*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goldman, S. R., Pellegrino, J. W., Parseghian, P., Sallis, R. (1982). Developmental and Individual Differences in Verbal Analogical Reasoning. *Child Development*, 53, 550-559.
- Gonsalez-Labra, M. J., Perais Adrados, H. (1993). Similarity in Children's Analogical Reasoning. *Actes des Journées d'Étude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 55-62). Paris: Paris Université VI.
- Goodman, N. (1992). Languages of Art. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 123-135). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Goodman, N. (1979). Metaphor as Moonlighting. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 175-180). Chicago: The University of Chicago Press.
- Goswami, U., Mead, F. (1992). Onset and Rime Awareness and Analogies in Reading. *Reading Research Quarterly*, 27(2), 153-162.

- Green, M. (1985). *The Development of Metaphoric Comprehension and Preference*. Unpublished Manuscript, Boston University.
- Green, T. F. (1979). Learning Without Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 462-473). Cambridge: Cambridge University Press.
- Greene, J. (1975). *Pensamento e Linguagem*. (Traduzido por Álvaro Cabral). (2ª ed.). Rio de Janeiro: Zahar.
- Greeno, J. G. (1983). Conceptual Entities. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 227-252). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gregory, M. E., Mergler, N. L. (1990). Metaphor Comprehension: in Search of Literal Truth, Possible Sense, and Metaphoricity. *Metaphor and Symbolic Activity*, 5 (3), 151-173.
- Gregory, M. E., Mergler, N. L. (1990). Metaphor Comprehension: in Search of Literal Truth, Possible Sense, and Metaphoricity. *Metaphor and Symbolic Activity*, 3, 151-173.
- Greiner, R. (1988). Learning by Understanding Analogies. *Artificial Intelligence*, 35, 81-125.
- Grudin, J. (1980). Processes in Verbal Analogy Solution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6(1), 67-74.
- Gumpel, L. (1984). Metaphor Reexamined: a Neo-Aristotelian Perspective. In Thomas A. Sebeok (Ed.), *Advances in Semiotics*. Bloomington: Indiana University Press.
- Haack, S. (1994). "Dry Truth and Real Knowledge": Epistemologies of Metaphor and Metaphors of Epistemology. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 1-22). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Hadamard, J. (1954). *An Essay on the Psychology of Invention in the Mathematical Field*. New York: Dover Publications.
- Hadji, C. (1994). *Sur Quelques Problèmes Posés par L'Élaboration des Curricula, dans une Perspective Didactique*. In Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas (pp. 13-30). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Hargreaves, A. (1994). *Changing Teachers, Changing Times: Teachers' Work and Culture in a Postmodern Age*. Cassell.
- Harries, K. (1979). The Many Uses of Metaphor. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 165-172). Chicago: The University of Chicago Press.
- Hart, W. (1980). Reading in Science. In *Language in Science* (pp. 50-62). Prepared by the Language in Science Working Party Association. USA.
- Haskell, R. E. (1989). Analogical Transforms: a Cognitive Theory of the Origin and Development of Equivalence Transformations. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 247-277.

- Hausman, C. R. (1989). *Metaphor and Art: Interactionism and Reference in the Verbal and Nonverbal Arts*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hawkes, T. (1972). *Metaphor*. London: Methuen and Co. Ltd.
- Hawkins, J., Pea, R. D. (1987). Tools for Bridging the Cultures of Everyday and Scientific Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 291-307.
- Henle, P. (1992). Metaphor. In Mark Johnson (Ed.). *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 83-104). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Henning, J. R. (1994). *Rethinking School Choice: Limits of the Market Metaphor*. Princeton, New York: Princeton University Press.
- Henriques, F. (1994). Da Metáfora ao Conceito ou a Legitimidade do Uso do Texto Literário na Aula de Filosofia. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 495-506). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Hewson, M. G., Hamlyn, D. (1985). Cultural Metaphors: Some Implications for Science Education. *Antropology and Education Quarterly*, 16(1), 31-46.
- Hintikka, J., Sandu, G. (1990). Metaphor and the Varieties of Lexical Meaning. *Dialectica*, 44(1), 55-78.
- Ho, M. W., Fox, S. W. (1988). *Evolutionary Processes and Metaphors*. John Wiley and Sons, Ltd.
- Hobbs, J. R. (1983). Metaphor Interpretation as Selective Inferences: Cognitive Processes in Understanding Metaphor (Part 1). *Empirical Studies of the Arts*, 1 (1), 17-33.
- Hoffman, R. R. (1992). Introduction: From the Mouths of Experts Ofttimes Come Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7 (4), 115-117.
- Hollan, J. D. (1975). Features and Semantic Memory. Set Theory or Network Model. *Psychological Review*, 8 (2).
- Holton, G. (1984). Metaphors in Science Education. In Heinemann Educational Books (Eds.), *Metaphors of Education* (pp. 91-113). London.
- Holyoak, K. J. (1985). *The Pragmatics of Analogical Transfer*. In G. H. Bower (Ed.). Orlando, FL: Academic Press.
- Holyoak, K. J. (1995). *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*. In Keith J. Holyoak and Paul Thagard (Eds.). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Holyoak, K. J., Koh, K. (1987). Surface and Structural Similarity in Analogical Transfer. *Memory and Cognition*, 15 (4), 332-340.
- Holyoak, K. J., Thagard, P. R. (1989). A Computational Model of Analogical Problem Solving. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 242-266). Cambridge: Cambridge University Press.

- Honeck, R. P. (1986). Verbal Materials in Research on Figurative Language. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 25-41.
- Honeck, R. P. (1996). Figurative Language and Cognitive Science - Past, Present, and Future. *Metaphor and Symbolic Activity*, 11(1), 1-15.
- Honeck, R. P., Kibler, C. T. (1984). The Role of Imagery, Analogy, and Instantiation in Proverb Comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 13(6), 393-414.
- Honeck, R. P., Kibler, C. T. (1985). Representation in Cognitive Psychological Theories of Figurative Language. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought* (pp. 381-424). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Honeck, R. P., Temple, J. G. (1992). Metaphor, Expertise, and a PEST: Comments on the Contributions to this Special Issue. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7 ( 4), 237-252.
- Huerta, A. A. (1994). Conception, Structure et Organization du Curriculum des Études Doctorales en Éducation. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 37-44). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Hussen, H. (1984). Teaching Scientific Analogies: a Proposed Model. *Research in Science and Technological Education*, 2 (2), 107-125.
- Hutchins, E. (1987). Metaphors for Interface Design. *Paper presented at NATO - sponsored workshop on Multimodal Dialogues Including Voice*. California University, San Diego: La Jolla - Institute for Cognitive Science.
- Indurkha, B. (1985). *Approximate Semantic Transference: a Computational Theory of Metaphors and Analogies*. Boston, MA: Boston University.
- Indurkha, B. (1992). *Metaphor and Cognition. An Interactionist Approach*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Indurkha, B. (1994). Metaphor as Change of Representation: An Interaction Theory of Cognition and Metaphor. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 95-150). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Indurkha, B. (1994). The Thesis that all Knowledge is Metaphorical and Meanings of Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 9 (1), 61-73.
- Inhelder, B., Piaget, J. (1972). *A Imagem Mental na Criança*. Porto: Livraria Civilização.
- James, M. (1989). Language Across the Curriculum. In *Language in Science* (pp. 133-144). Prepared by the Language in Science Working Party Association. USA.

- Janus, R. A., Bever, T. G. (1985). Processing of Metaphoric Language: an Investigation of the Three-Stage Model of Metaphor Comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 14 (5), 473-487.
- Janusz, S. (1994). Feminism and Metaphor: Friend, Foe, Force? *Metaphor and Symbolic Activity*, 9(4), 289-300.
- Johnson, M. (1992). Introduction: Metaphor in the Philosophical Tradition. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 3-47). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Johnson, M. L., Erickson, G. W. (1990). Toward a New Theory of Metaphor. *The Southern Journal of Philosophy*, 18(3), 289-299.
- Katz, A. N. (1989). On Choosing the Vehicles of Metaphors: Referential Concreteness Semantic Distances and Individual Differences. *Journal of Memory and Language*, 28, 486-499.
- Katz, A. N. (1996). Experimental Psycholinguistics and Figurative Language: Circa 1995. *Metaphor and Symbolic Activity*, 11(1), 17-37.
- Katz, A. N., Lee, C. J. (1993). The Role of Auctorial Intent in Determining Verbal Irony and Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 8(4), 257-279.
- Katz, A. N., Paivio, A., Marschark, M. (1985). Poetic Comparisons, Psychological Dimensions of Metaphoric Processing. *Journal of Psycholinguistics Research*, 14 (4), 365-383.
- Katz, A. N., Paivio, A., Marschark, M., Clark, J. M. (1988). Norms for 204 Literary and 260 Nonliterary Metaphors on Psychological Dimensions. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 191-214.
- Keil (1986). Conceptual Domains and the Acquisition of Metaphor. *Cognitive Development*, 1, 73-96.
- Keroack, E. C. (1987). The Effect of Instruction of Verbal Metaphor upon Vocational High School Students' Comprehension of Advertising. *Copy in Vocational Periodicals*, 1-67.
- Keysar, B. (1989). On The Functional Equivalence of Literal and Metaphorical Interpretations in Discourse. *Journal of Memory and Language*, 28, 375-385.
- Klix, F., Van der Meer, E. (1982). The Role of Different Modes of Knowledge Representation in Analogical Reasoning Processes *Cognitive Research in Psychology. Proceedings of the XXII nd International Congress of Psychology*, F. Klix, J. Hoffman, E. Van Der Meer (Eds). North Holland, Amsterdam.
- Kuhn, T (1979). Metaphor and Conceptual Change: a Reply to Boyd. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Kusumi, T. (1987). Effects of Categorical Dissimilarity and Affective Similarity Between Constituent Words on Metaphor Appreciation. *Journal of Psycholinguistic Research*, 16(6), 577-595.
- LaFrance, M. (1992). Excavation, Capture, Collection, and Creation: Computer Scientists' Metaphors for Eliciting Human Expertise. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7 (4), 135-156.
- Lakoff, G. (1987). *Women, Fire and other Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind*. Chicago: Chicago University Press.
- Lalane, J., Wittwer, J. (1988). *Contribution à L'Étude de la Fonction Métaphorisante dans les Découvertes Scientifiques et les Créations Poétiques*. Thèse pour le Doutorat d'État en Lettres et Sciences Humaines. Université de Bordeaux II. UER des Sciences Sociales et Psychologiques - Section des Sciences de l'Éducation.
- Laszlo, E., Masulli, I., Artigiani, R., Csányi, V. (Eds.) (1993). *The Evolution of Cognitive Maps. New Paradigms for the Twenty-First Century*. Gordon and Breach Science Publishers SA.
- Laurian, A.M. (1995). Le Langage de la Vulgarization Scientific: Concepts Scientifiques ou Concepts Sociaux. In A. Giordan et J. L. Martinand (Ed.), *Que Savons-nous des Savors Scientifiques et Techiniques? Actes des XVII Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Chamonix.
- Leary, D. E. (Ed.) (1990). *Metaphors in the History of Psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leatherdale, W. H. (1974). *The Role of Analogy, Model and Metaphor in Science*. Amsterdam: North Holland Pub. Co.
- Lemke, J. L. (1987). *Talking Science: Content, Conflict, and Semantics*. Paper presented at the American Educational Research Association Meeting. Arlington, VA.
- Lemke, J. L. (1989). The Language of Science Teaching. In C. Emihovich (Ed.), *Locating Learning: Ethnographic Perspectives on Classroom Research* (pp. 216-239). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing.
- Lemke, J. L. (1989). *Using Language in the Classroom*. (2 nd ed.). London: Oxford University Press.
- Lerbet, G. (1984). *Approche Systematique et Production de Savoir*. Paris: UNMFREO Éditions Universitaires.
- Lerbet, G. (1986). *De la Structure au Système: Essai sur l'Évolution des Sciences Humaines*. Mésonance. Paris.
- Levin, S. R. (s.d.). *The Semantics of Metaphor*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Linn, M. C., Songer, N. B., Lewis, E. L. (1991). Overview: Students' Models and Epistemologies of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 729-732.

- Llorens, J. A., De Jaime, M. C., Llopis, R. (1989). Investigación y Experiencias Didácticas, la Función del Lenguaje en un Enfoque Constructivista del Aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 7, 111-119.
- Loewenberg, I. (1992). Identifying Metaphors. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 154-181). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Lutz, K. A. (1976). Effect of Graphic Analogies in Concepts in Chemistry on Learning an Attitude. *Journal of Educational Psychology*, 68, 305-311.
- Lynch, P. P., Chipman, H. H., Pachaury, A. C. (1985). The Language of Science and the High School Student: the Recognition of Concept Definitions: a Comparison between Hindi Speaking Students in India and English Speaking Students in Australia. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 675-686.
- Mac Cormac, E. R. (1992). *Metaphor and Mith in Science and Religion*. Durham, North Carolina: Duke University Press.
- Mac Donald, J. B., Purpel, D.E. (1987). Curriculum and Planning: Visions and Metaphors. *Journal of Curriculum and Supervision* 2(2), 178-192.
- Macedo, H. M. (1994). Metaphorical Structure of the Self. *Análise - Revista Trimestral de Filosofia*, 17, 35-41.
- MacGregor, M. (1991). *Metaphorical Models of Equations*. Paper presented at The Fifth International Conference on Theory of Mathematics Education, Paderno del Grappa, Italy.
- MacKinnon, D. W. (1965). Personality and the Realization of Creative Potential. *American Psychologist*, 20, 273-281.
- MacNamara, J. (1982). *Cognition and the Symbolic Processes*. In Walter B. Weimer and David S. Palermo (Eds.), (vol. 2.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Margalit, A., Goldblum, N. (1994). Metaphors in an Open-Class Test. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 219-242). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Mark, A. (1988). Metaphoric Lyrics as a Bridge to the Adolescent's World. *Adolescence*, 23, 313-323.
- Marks, L. E. (1996). On Perceptual Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 11(1), 39-66
- Marks, L. E., Hammeal, R. J., Bornstein, M. H. (1987). *Perceiving Similarity and Comprehending Metaphor*. Monographs of the Society for Research in Child Development, (serial nº 215, 52-1).
- Marquet, P., Keskessa, B., Baillé, J. (1995). Analogies, Schèmes d'Action, Schèmes Opératoires et Appropriation d'un Object Technique. In A. Giordan et J. L. Martinand (Ed.), *Que Savons-nous des Savors Scientifiques et Techniques? Actes des XVII Journées*

- Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Chamonix.
- Martin, J. H. (1992). Computer Understanding of Conventional Metaphoric Language. *Cognitive Science*, 16, 233-270.
- Martin, J. H. (1996). Computational Approaches to Figurative Language. *Metaphor and Symbolic Activity*, 11(1), 85-100.
- Martinand, J. L. (1994). *Didactique des Sciences et Formation des Enseignements. Notes d'Actualités*. In Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas (pp. 53-70). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Mason, L. (1993). Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 104-112). Paris: Paris Université VI.
- Mayer, R. E. (1983). What Have We Learned About Increasing the Meaningfulness of Science Prose? *Science Education*, 67(2), 223-237.
- McCabe, A. (1980). *A Rhetoric of Metaphor*. Unpublished Doctoral Dissertation. Charlottesville: University of Virginia.
- Melnick, A. (1973). *Kant's Analogies of Experience*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mialaret, G. (1994). *Didactique et Sciences de L'Éducation*. In Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas (pp. 83-86). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Miall, D. S. (Ed.) (1982). *Metaphor: Problems and Perspectives*. Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press.
- Michalski, R. S. (1989). Two-tiered Concept Meaning, Inferential Matching, and Conceptual Cohesiveness. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 122-145). Cambridge: Cambridge University Press.
- Millar, J. (1985). The Metaphor in Science. *Teaching Science*, 3(3), 2-4.
- Miller, G. A. (1979). Images and Models, Similes and Metaphors. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 202-253). Cambridge: Cambridge University Press.
- Miller, H. (1993). Metaphoric Components of Composing Processes. *Metaphor and Symbolic Activity*, 8(2), 79-95.
- Mio, J. S., Graesser, A. C. (1991). Humor, Language and Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 2, 87-102.
- Moje, E. B. (1995). Talking About Science: An Interpretation of the Effects of Teacher Talk in a High School Science Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (4), 349-371.



- Morais, M. M., Valente, M. O. (1991). Pensar Sobre o Pensar: Ensino de Estratégias Metacognitivas para a Recuperação de Alunos com Dificuldades na Compreensão da Leitura na Disciplina de Língua Portuguesa. *Revista de Educação*, 2(1), 35-61.
- Morgan, J. L. (1979). Observations on the Pragmatics of Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 136-149). Cambridge: Cambridge University Press.
- Morriot, H. (1987). Le Look Historien: des Modeles par Inadvertance aux Modeles Bien Gerés et Faut-il les Avouer? In A. Giordan et L. Martinand (Eds.), *Modèles et Simulation..* Neuvièmes Journées Internationales sur L'Éducation Scientifique. Chamonix.
- Muhlhausler, P. (1985). Towards an Explanatory Theory of Metaphor. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought* (pp. 57-84). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Murphy, G. L. (1991). The Psychology of Word Meanings. In P.J. Schwanenflugel (Ed.), *Meaning and Concepts* (pp. 11-36). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Neisser, U. (1976). *Cognition and Reality: Principles and Implications of Cognitive Psychology*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Newmark, P. (1985). The Translation of Metaphor. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought*. (pp. 295-326). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Newton, D. (1985). Children's Perceptions of Literary Metaphor. *Educational Psychology*, 5, 179-185.
- Nguyen-Xuan, A. (1993). Points de vue, Analogies Multiples et Analogie Partielle. Journées d'Etude. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 177-179). Paris: Université Paris VI.
- Norman, D. A. (1983). Some Observations on Mental Models. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 7-14). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Noth, W. (1985). Semiotic Aspects of Metaphor. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought* (pp. 1-16). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Novitz, D. (1987). The Problem of Metaphor. In *Knowledge, Fiction and Imagination* (pp. 141-205).
- O'Brien, D. G., Martin, M. A. (1988). Does Figurative Language Present a Unique Comprehension Problem? *Journal of Reading Behavior*, 20(1), 63-87.
- Olson, D. R. (1988). Or What's a Metaphor for? *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 215-222.

- Ortony, A. (1979). Metaphor: A Multidimensional Problem. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 1-18). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ortony, A. (1985). *Salience, Similes, and the Asymmetry of Similarity*. (Technical Report nº 332.). Cambridge, MA: Bolt, Beranek and Newman, Inc.
- Palmer, S. E. (1989). Levels of Description in Information-Processing Theories of Analogy. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 332-345). Cambridge: Cambridge University Press.
- Paprotté, W. (1985). Metaphor and the First Words. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought*. (pp. 425-480). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Pearson, P. D., Raphael, T. E., TePaske, N., Hyser, C. (1981). The Function of Metaphor in Children's Recall of Expository Passages. *Journal of Reading Behavior*, 13 (3), 249-261.
- Perrin, S. G. (1987). Metaphorical Revelation: a Description of Metaphor as the Reciprocal Engagement of Abstract Perspectives and Concrete Phenomena in Experience. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 251-280.
- Piaget, J. (1963). La Langage et les Opérations Intellectuelles. In *Problèmes de Psycho-Linguistique* (pp. 51-61). Paris: Press Universitaires de France.
- Pickens, J. D., Pollio, M. R., Pollio, H. R. (1985). A Developmental Analysis of Metaphoric Competence and Reading. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought*. (pp. 481-524). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Pittenger, J. B. (1991). *Cognition and the Symbolic Processes Applied and Ecological Perspectives*. In Robert R. Hoffman and David S. Palermo (Ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Plénacoste, P. (1993). La Construction de L'Explicitation Analogique. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 137-143). Paris: Paris Université VI.
- Plénacoste, P., Nguyen-Xuan, A., Caillot, M., Tijus, C. A. (1992). Comprendre par Analogies Multiples pour Apprendre des Phénomènes Complexes: l'Électricité. *Biennale de l'Éducation et de Formation*. Paris: Unesco.
- Praia, J. (1989). A Formação de Professores de Ciências e a Didáctica Específica nas Perspectivas de Mudança das Concepções de Ensino. *Revista Portuguesa de Educação*, 2(3), 141-146.
- Prieditis (Ed.) (1988). *Analogica*. Los Altos, California: Morgan Kaufmann Publishers.
- Pugh, S. L. (1989). Metaphor and Learning. *Reading Research and Instruction*, 28 (3), 92-96.

- Pylyshya, Z. (1979). Metaphorical Imprecision and the "Top-Down" Research Strategy. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 420-437) Cambridge: Cambridge University Press.
- Radden, G. (1985). Spatial Metaphors Underlying Prepositions of Causality.. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought* (pp. 177-208). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Rangel, M. (1994). As Representações dos Alunos como Forma de Conhecimento Prático e a Aprendizagem do Conhecimento Científico na Escola. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 181-196). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Raymond, W., Gibbs, Jr., Kushmer, J. M., Mills, R. (1990). Auctorial Intentions and Metaphor Comprehension. *Journal of Psycholinguistics Research*, 20(1), 11-30.
- Readance, J. E., Sheard, C. (1988). An Investigation of the Inference and Mapping Process of the Componential Theory of Analogical Reasoning. *Journal of Educational Research*, 81, 347-353.
- Readence, J. E., Martin, M. A., Baldwin, R. S., O'Brien, D. G. (1984). Metaphorical Interpretation: An Investigation of the Salience Imbalance Hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 659-667.
- ReaReif, F., Larkin, J. H. (1991). Cognition in Scientific and Everyday Domains: Comparison and Learning Implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 733-760.
- Reckley, A. (1988). The Historical Referent as Metaphor. *Hispania*, 71, 713-716.
- Reddy, M. J. (1979). The Conduit Metaphor - A Case of Frame Conflict in Our Language About Language. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 284-324). Cambridge: Cambridge University Press.
- Reed, S. K., Ernst, G. W., Banerji, R. (1974). The Role of Analogy in Transfer Between Similar Problem States. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Resing, W. C. M., Berger, N. (1992). Age Related and Individual Differences in the Solution of Verbal Analogies. In T. J. Plomp, J. M. Pieters and A. Fetevis (Eds.), *Book of Summaries. European Conference on Educational Research*. University of Twente, Netherlands.
- Richards, I. A. (1992). The Philosophy of Rethoric. In Mark Johnson (Ed.), *Philosophical Perspectives on Metaphor* (pp. 48-62). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Richards, J. (1978). *Classroom Language: What Sort?* London: George Allen and Unwin (Pub.).
- Ricoeur, P. (1979). The Metaphorical Process as Cognition, Imagination, and Feeling. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 141-157). Chicago: The University of Chicago Press.
- Ripoll, T. (1992). La Research sur la Raisonment par Analogie: Objectifs, Difficultés et Solutions. *L'Année Psychologique*, 92, 263-288.

- Ripoll, T. (1993). Différentes Approaches de la Phase d'Évocation: l'Importance de l'Aspect "Représentation". *Actes des Journées d'Étude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances*. Paris: Paris Université VI.
- Rips, L.J. (1989). Similarity, Typicality, and Categorization. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 21-59). Cambridge: Cambridge University Press.
- Roderhart, D. (1984). The Semantics of Metaphor and the Structure of Science. *Philosophy of Science*, 51, 595-615.
- Rodriguez, I., Bethel, L. (1983). An Inquiry Approach to Science and Language Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 291-296.
- Rogers, R. (1978). *Metaphor: A Psychoanalytic View*. Los Angeles, CA: University of California Press.
- Romanyshyn, R. D. (1982). *Psychological Life from Science to Metaphor*. Austin: University of Texas Press.
- Roth, W. M. (1993). Metaphors and Conversational Analysis as Tools in Reflection on Teaching Practice: Two Perspectives on Teacher-Student Interactions in Open-Inquiry Science. *Science Education*, 77(4), 351-373.
- Rómulo de Carvalho (1975). *História do Átomo*. Ciência para Gente Nova, nº 5. Coimbra: Atlântica.
- Rumelhart, D. E. (1989). Toward a Microstructural Account of Human Reasoning. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 298-312). Cambridge: Cambridge University Press.
- Russel, S. J. (1989). *The Use of Knowledge in Analogy and Induction*. Pitman, CA: University of California at Berkeley.
- Russell, S. W. (1989). Verbal Concepts as a Abstract Structures: the Most Basic Conceptual Metaphor? *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 55-60.
- Ruzka-Ostyn, B. (1985). Metaphoric Processes in Word Formation: The Case of Prefixed Verbs. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought*. (pp. 209-242). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Sacks, S. (Ed.). (1979). *On Metaphor*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Sandomir, M. R., Stahl, R. J., Verdi, M. P. (1993). *The Atom Is/Is Not a "Solar System" or an "Electron Cloud": Metaphors as Aids to and Interferers of Acquiring Appropriate Science Content and Conceptions. An Information-Constructivist Perspective and Preliminary Findings*. Paper presented at the 6th Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Atlanta, U.S.A.

- Schanenflugel, P. J., Blount, B. G., Lin, P.-J. (1991). Cross-Cultural Aspects of Word Meanings. In P.J. Schwanenflugel (Ed.), *The Psychology of Word Meanings*. (pp. 71-90). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schanenflugel, P.J. (1991). Why are Abstract Concepts Hard to Understand? In P.J. Schwanenflugel (Ed.), *The Psychology of Word Meanings* (pp. 223-250). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schlanger, J. (1990). *La Situation Cognitive*. Paris: Méridiens Kincksieck.
- Schustack, M. W., Anderson, J. R. (1979). Effects of Analogy to Prior Knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 18, 565-583.
- Schwartz, D. L. (1993). The Construction and Analogical Transfer of Symbolic Visualizations. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1309-1325.
- Schwartz, G. (1988). Metaphor and Cognition: Beneath the "Basics". *English Journal*, 32-33.
- Schwartz, G. (1989). *Analogy Adventure: Creating and Solving Analogies. Grades 4-8*. Sherri M. Butterfield (Ed.).
- Secretan, P. (1984). *L' Analogie*. Colléction "Que je sais?" Paris: Presses Universitaires de France.
- Seidenberg, P., Bernstein, B. (1986). The Comprehension of Similes and Metaphors by Learning - Disabled and Non-Learning - Disabled Children. *Language, Speech and Hearing Services in Schools* 17, 219-229.
- Sensenbaugh, R. (1989). Use of Metaphor in Science In Education. *Focused Access to Selected Topics (FAST) Bibliography nº14*. Eric Clearinghouse on Reading and Communication Skills, Bloomington, IN: Office of Educational Research and Improvement.
- Sequeira, F. (1994). Didáctica e Formação de Professores. In *Actas do IV Colóquio Nacional de Lisboa sobre Desenvolvimento Curricular e Didáctica das Disciplinas* (pp. 45-52). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.
- Sequeira, M. J. C. (1990). Investigação Educacional e Desenvolvimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 3(1), 37-44.
- Sergiovanni, T. J. (1987). The Metaphorical Use of Theories and Models in Supervision: Building a Science. *Journal of Curriculum and Supervision*. 2 (3), 221-232.
- Sheard, C., Readence, J. E. (1988). An Investigation of the Inference and Mapping Processes of the Componential Theory of Analogical Reasoning. *Journal of Educational Research*, 81 (6), 347-353.
- Silberstein, L., et al. (1982). Autumn Leaves and Old Photographs: The Development of Metaphor Preferences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 34, 135-150.
- Silva, P. M. (1989). Os Modelos Científicos na Interpretação do Real. *Ciência - Revista de Divulgação Científica da A. E. F. C. L.*, V(3).

- Simonneaux, L. (1995). L'Analyse Épistémologique et Linguistique des Discours Scientifiques pour Étayer les Choix Langagiers en Didactique. In A. Giordan et J. L. Martinand (Ed.), *Que Savons-nous des Savors Scientifiques et Techniques? Actes des XVII Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Chamonix.
- Smith, E. E., Osherson, D. N. (1989). Similarity and Decision Making. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 60-75). Cambridge: Cambridge University Press.
- Stahl, S. A. (1991). Beyond the Instrumentalist Hypothesis: Some Relationships Between Word Meanings and Comprehension. In P.J. Schwanenflugel (Ed.), *The Psychology of Word Meanings* (pp. 157-186). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Stamovsky, P. (1988). *The Depictive Image: Metaphor and Literary Experience*. Boston, MA: University of Massachusetts Press.
- Stavy, R., Tirosh, D. (1993). When Analogy is Perceived as Such. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1229-1239.
- Steinhart, E., Kittay, E. (1994). Generating Metaphors from Networks: A Formal Interpretation of the Semantic Field Theory of Metaphor. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 41-94). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Steinhart, E. (1994). Analogical Truth Conditions for Metaphors. *Metaphor and Symbolic Activity*, 9 (3), 161-178.
- Sternberg, R. J., Nigro, G. (1983). Interaction and Analogy in the Comprehension and Appreciation of Metaphors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 17-38.
- Sternberg, R. J., Tourangeau, R. (1981). Aptness in Metaphor. *Cognitive Psychology*, 13, 27-55.
- Sticht, T. G. (1979). Educational Uses of Metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 474-485). Cambridge: Cambridge University Press.
- Stubbs, M. (1976). *Language, Schools and Classrooms*. London: Methuen and Co. Ltd.
- Sunstein, B., Anderson, P. M. (1989). Metaphor, Science, and the Spectator Role: an Approach for Non-Scientists. *Teaching English in the Two Year College*. 16 (1), 9-16.
- Sutton, C. (1978). *The Role of Metaphor in Teaching and Learning Science*. Unpublished Manuscript, Leicester University, School of Education.
- Sutton, C. (1981). *Metaphorical Imagery*. Unpublished Manuscript, Leicester University, School of Education.
- Sutton, C. (1981). *Public Knowledge and Private Understandings*. Paper presented at the Science Education Conference at Pembroke College, 1-14.
- Sutton, C. (1982). The Language of Science. *International Encyclopedia of Education*.

- Swanson, D. R. (1979). Toward a Psychology of Metaphor. In S. Sacks (Ed.), *On Metaphor* (pp. 161-164). Chicago: The University of Chicago Press.
- Swengel, A. (1988). Metaphor and Similes: a Perfect Lesson Plan. *Curriculum Review*, 27-29.
- Swinburn, R. (1992). *Revelation: From Metaphor to Analogy*. Oxford: Oxford Clarenton Press.
- Taylor, W. (Ed.) (1984). *Metaphors of Education*. Heinemann Educational Books for the Institute of Education. London: University of London.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton, New Jersey: University of Princeton Press.
- Thomas, O. (1969). *Metaphor and Related Subjects*. New York: Random House.
- Tibermis, R. G. (1986). Metaphors Understanding the Improvement of Teaching and Learning. *British Journal of Education Technology*, 17(2), 144-156.
- Torbe, M. (1980). Discussion in the Science Lesson. In *Language in Science* (pp. 26-49). Prepared by the Language in Science Working Party Association. USA.
- Traugott, E. C. (1985). Conventional" and "Dead" Metaphors Revisited. In Wolf Paprotté and René Dirven (Eds.), *The Ubiquity of Metaphor: Metaphor in Language and Thought*. (pp. 17-56). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Treagust, D. E., Lundaner, I. (1990). Science Teacher's Use and Understanding of Analogies as Part of their Regular Instruction. *Paper presented at National Association for Research in Science Teaching*. Atlanta.
- Trojano, L., Grossi, D. (1994). A Critical Review of Mental Imagery Defects. *Brain and Cognition*, 24, 213-243.
- Turbayne, C. (1971). *The Myth of Metaphor*. Columbia: University of South Carolina Press.
- Tweney, R. D. (1991). Informal Reasoning in Science. *Informal Reasoning and Education*, 3-15.
- Valente, M. O. (Coord.) (1991). *Aprender a Pensar*. Projecto Dianoia. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Valente, M. O., Santos, M. E., Salema, M. H., Rainho, M. A. (1992). Competências Comunicacionais do Professor e o Pensamento Reflexivo dos Alunos. *Revista de Educação*, 2(2), 65-71.
- van Besein, F. (1989). Metaphors in Scientific Language. *Communication and Cognition*, 22 (1), 5-22.
- van Dijk, H. (1992). Map Skills, a Basic Tool? Book of Summaries. *European Conference on Educational Research*, 263-266.

- Veiga, L. (1993). Do Conceito de Conceito às Conceptualizações dos Alunos em Ciência. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. *Revista de Educação*, 3 (1).
- Vosniadou, S. (1989). Analogical Reasoning as a Mechanism in Knowledge Acquisition: A Developmental Perspective. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis* (pp. 413-437). Cambridge: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S. (1990). When What is Said is Different from What is Meant. *Book Reviews*, 30-33.
- Vosniadou, S., Ortony, A. (1989). Similarity and Analogical Reasoning: a Synthesis. In Stella Vosniadou and Andrew Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 1-18). Cambridge: Cambridge University Press.
- Vygotsky, L. S., Luria, A. R., Leontiev, A. N. (1988). *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem*. (Traduzido por M. Penha Villalobos). S. Paulo: Ícone.
- Wade, B., Wood, A. (1980). Recording a Science Experiment. In *Language in Science* (pp. 17-25). Prepared by the Language in Science Working Party Association. USA.
- Waggoner, J. E., Messe, M. J., Palermo, D. S. (1985). Grasping the Meaning of Metaphors: Story Recall and Comprehension. *Child Development*, 56, 1156-1166.
- Weil-Barais, A. (1993). Le Raisonnement Analogique, Facilitation ou Obstacle à L'Acquisition de Connaissances. *Actes des Journées d'Etude: Raisonnement par Analogie et Acquisition de Connaissances* (pp. 80-92). Paris: Paris Université VI.
- Wheeler, C. J. (1987). The Magic of Metaphor: A Perspective on Reality Construction. *Metaphor and Symbolic Activity*, 4, 223-237.
- Wheeler, C. J. (1990). A Question with no Answer, or Reality as Literalism and as Metaphor. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 55-61.
- White, C. S., Caropreso, E. J. (1989). Training in Analogical Reasoning Processes: Effects on Low Socioeconomic Status Preschool Children. *Journal of Educational Research*, 83 (2), 112-118.
- Williams-Whitney, D., Mio, J. S., Whitney, P. (1992). Metaphor Production in Creative Writing. *Journal of Psycholinguistic Research*, 21(6), 497-509.
- Windmueller, G., Massey, C., Blank, P., Gardner, H., Winner, E. (1988). *Unpacking Metaphors and Allegories*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Winner, E. (1988). The Development of Metaphoric Understanding. In Child Language: a Reader. In Margery B. Franklin and Sybil S. Barten (Eds.), *Metaphor and Metalinguistic Processes* (chapter V). Oxford: Oxford University Press.
- Winner, E., Windmueller, G., Rosenblatt, E., Bosco, L., Best, E., Gardner, H. (1987). Making Sense of Literal and Nonliteral Falsehood. *Metaphor and Symbolic Activity*, 1, 13-22.



- Wong, E. D. (1993). Self-Generated Analogies as a Tool for Constructing and Evaluating Explanations of Scientific Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 367-380.
- Yarbrough, D. B., Gagné, E. D. (1987). Metaphor and the Free Recall of Technical Text. *Discourse Processes*, 10, 81-91.
- Young, R. M. (1983). Surrogates and Mappings: Two Kinds of Conceptual Models for Interactive Devices. In D. Gentner and A.L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 35-52). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zemach, E. M. (1994). Metaphors and Ways of Life. In J. Hintikka (Ed.), *Aspects of Metaphors* (pp. 243-254). Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Zook, K. B., di Vesta, F. J. (1991). Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Education Psychology*, 83 (2), 246-252.
- Zuallkernan, I. A., Johnson, P. E. (1992). Metaphors of Reasoning as Problem-Solving Tools. *Metaphor and Symbolic Activity*, 7 (4), 157-184.



## ÍNDICE GERAL DE AUTORES

Abel .....	86, 261
Abraham .....	460, 477
Achenback .....	254
Alesandrini .....	473
Alexander.....	216, 239, 312, 477
Althussen .....	376
Ambrósio .....	377
Anderson .....	125, 139, 185, 287
Anglin .....	222
Arcá .....	378, 393, 407
Argyris .....	568
Aristóteles .....	74, 144, 151, 153, 178, 191, 193, 204
Armbruster .....	125
Arnheim .....	259, 267
Arnold .....	469
Asch .....	212, 223, 231
Ault .....	128
Ausubel .....	126, 238, 293, 295, 296, 297, 301, 306, 400, 461, 644
Bachelard .....	204, 266, 267, 353
Bacon .....	334
Baddeley .....	204, 206
Baechle .....	434
Baird .....	450
Baker .....	453, 454
Baptista Pereira .....	265
Bardin .....	95
Barnes .....	370
Barrell .....	429
Barron .....	274, 275
Bayman .....	391
Bean .....	469, 473, 474
Beardsley .....	139, 141, 144, 145, 162, 190, 191, 197
Belleza .....	86, 261

Bennett .....	114, 588
Berggren .....	351
Bernstein .....	70, 371
Berry .....	241
Bideaud .....	203, 206
Billow .....	214, 225, 227, 312, 313
Binkley .....	190
Black .....	55, 143, 144, 146, 149, 156, 159, 160,
.....	161, 162, 163, 164, 165, 184, 212, 221,
.....	289, 319, 320, 335, 379, 380, 399
Blanchet .....	95, 485
Boaventura Sousa Santos .....	139, 323, 328, 330, 338
Bohm .....	273, 274, 330, 331, 336
Booth .....	176
Borasi .....	453
Boswell .....	200
Boyd .....	401
Bransford .....	131
Briscoe .....	443, 444, 446, 451, 454
Broderick .....	223, 231
Bromage .....	356, 391
Brophy .....	454
Brown .....	230
Bruner .....	221, 222, 318, 336, 370
Butler .....	450
Buzan .....	125
Cabral de Sousa .....	372, 396
Cachapuz .....	397, 426, 430, 625
Camac .....	159
Carbonnel .....	173, 174
Catarino Soares .....	263
Cattell .....	249, 294
Cavagnol .....	390
Champanhe .....	86, 130
Chomsky .....	165, 238, 281

Cicione .....	223, 231
Clanton .....	262
Clark .....	170, 181, 197
Cleland .....	125
Clement .....	240, 298, 299, 307, 346, 374, 376, 377, 380,
.....	386, 399, 403, 409, 415, 416, 417, 419
Cohen .....	141, 187
Collins .....	392
Cometa.....	213, 312
Coménio .....	209
Connor .....	262
Cooper .....	138, 185, 193, 194
Craw .....	341
Croizat .....	341
Curtis .....	384, 399, 433, 458, 461, 463, 465, 468,
.....	469,470, 472, 473, 476, 547
Cyert .....	305
Dagher .....	432, 434, 438, 440
Dansereau .....	125, 126
Darwin .....	331, 332, 341
Davidson .....	141, 144, 323
de Klee .....	384
Deasutels .....	385
Decléve .....	267
Deese .....	317
Dent .....	259, 260, 264
Dercourt .....	343
Derrida .....	186
Develay.....	381, 387, 388, 390
Dewey .....	70
Díaz .....	454
Dickmeyer .....	376, 384
Diekhoff .....	125
Donati .....	403
Dormolen .....	417, 439,440

Douglas .....	213, 223
Doyle .....	454
Dreistadt .....	337, 342, 344, 401
Dreyfus .....	416
Driver .....	411
Duarte .....	114, 115
Dubois .....	283
Duhl .....	139
Duit .....	143, 261, 398, 409, 437
Duke .....	454
Dupin .....	403, 437, 438, 439
Eisner .....	392
Elias .....	447, 454
Elstein .....	296
Entwistle .....	309, 425
Ericsson .....	83, 276
Evans .....	173, 221, 224, 225, 367
Everston .....	454
Falkenhainer .....	174
Fass .....	174
Febvre .....	125
Feigenbaum .....	286
Feuerstein .....	245, 304
Feyerabend .....	326
Fine .....	310, 311
Finley .....	458, 474
Fiolhais .....	643
Floden .....	454
Flores d'Arcais .....	372
Forcese .....	377
Fraser .....	197, 433, 444
Freud .....	337, 348
Friedman .....	262

Gabel .....	262
Gagliandi .....	383
Gago .....	60, 406
Gallagher .....	444, 454
Gama .....	457
Ganguilhem .....	339
Gardner .....	214, 231, 312, 313, 314, 370, 400
Garrison .....	451
Gebert .....	388
Geller .....	356, 358
Gentile .....	255
Gentner.....	142, 145, 163, 172, 174, 195, 199, 200,
.....	214, 215, 219, 237, 291, 384, 393, 403,
.....	438, 439, 441, 468, 623
Gerhart .....	152
Gering .....	171, 181, 198, 199, 200, 201, 202, 280
Gerrit .....	262
Ghiglione .....	484
Giami .....	98
Gibbs .....	169, 181, 198, 199, 200, 202, 280, 289
Gibson .....	226, 259, 261
Gick .....	235, 239, 241, 245, 255, 298, 301, 305, 306, 307, 393, 462
Gilbert .....	143, 380, 382, 384, 386, 389, 398, 403, 410, 461
Gildea .....	171, 197, 198
Gillis .....	454
Gineste .....	139, 437
Giordan .....	125, 413
Glenberg .....	288
Glucksberg .....	158, 159, 171, 197, 198
Glynn .....	142, 143, 278, 282, 306, 398, 430, 441, 452, 462, 466, 467, 469, 478, 547
Goldman .....	189, 392
Goswani .....	214, 312, 434, 439
Green .....	317, 449
Greene .....	395
Greeno .....	296, 304
Gregg .....	285

Grice .....	169
Grosslight .....	383, 386, 390
Grotz .....	388
Gruber .....	139
Guildford .....	249, 250, 252, 274,
Guttenberger .....	327, 346
Haaparanta .....	142
Habermas .....	326
Hall .....	298
Hamrouche .....	466, 467, 470, 477, 478
Hanson .....	393
Haraway .....	320, 334
Harding .....	334
Harré .....	377, 380, 381
Harris .....	196, 215, 289, 290
Harrison .....	426, 438
Hayes .....	142, 296, 384, 462, 471, 474
Healy .....	370
Hegel .....	266
Heidegger .....	186, 266, 267
Henle .....	163, 204, 205
Herculano de Carvalho .....	52
Hesse .....	119, 159, 168, 172, 239, 320, 328, 329, 335, 343, 351, 390, 401
Hester .....	404
Heule .....	244
Highet .....	454
Hintikka .....	167, 172, 193
Hobbs .....	174, 186
Hochberg .....	262
Hoffman .....	170, 180, 181, 182, 198, 320, 327, 332, 335, 337, 338, 339, 347,
.....	351, 352, 353, 354, 355, 375, 399, 401
Hofstadter .....	174
Holley .....	125
Holliday .....	469
Holyoak .....	174, 235, 237, 239, 241, 245, 255, 291, 295, 298, 301, 305,



.....	306, 307, 462, 476	
Honeck .....		181, 214
Honey .....	374, 381, 383	
Horton .....		132, 285
Howard .....	143, 317, 321, 398, 399, 433, 434, 437	
Hudson .....		214, 215
Hume .....		266
Indurkhya .....	139, 151, 172	
Ingham .....		384
Inhelder .....		113, 213
Inhoff .....	171, 198, 200	
Jacobi .....		350
Jansen .....	328, 329, 331, 334, 349, 351	
Johnson .....	54, 131, 152, 158, 165, 172, 173, 176, 178, 187,	
.....	199, 200, 210, 251, 253, 291, 400	
Kantowsky .....		294
Kaput .....		346
Katz .....		194, 240
Keil .....	164, 217, 223	
Keller .....		334
Kelly .....	164, 183, 431	
Kemper .....	152, 170, 180, 181, 198, 199	
Kennedy .....		261, 262
King .....		375
Kintsch .....		170
Kittay .....	54, 166, 167, 181, 182, 189, 190, 209	
Klaimn .....		390
Klauer .....		245
Klein .....	183, 191, 235, 242, 243, 244, 257	
Kling .....		173
Knowles .....		443, 454
Kodratoff .....		243
Koestler .....		271, 279

Kogan .....	215, 262, 309,313
Kolodner .....	242
Kuhn .....	52, 319, 325, 331, 336
Lakatos .....	325
Lakoff.....	54,137, 139, 145, 152, 165, 173, 176, 187,
.....	188, 196, 210, 241,259, 320, 454,
Larkin .....	304
Lavoisier .....	333, 357, 361
Lawler .....	568
Leddy .....	266
Lee .....	424
Lehrer .....	159, 182
Lemke .....	423
Lenat .....	242
Lerbet .....	308, 331
Levi .....	244
Levie .....	86, 261
Levin .....	261, 278, 328, 329, 334
Levine .....	390
Licata .....	437, 448
Lovelock .....	341
Lovett .....	231
Mac Cormac .....	65, 165, 186, 188, 189, 191, 192, 194, 259,
.....	270, 274, 281, 285, 287
Malgady .....	178, 288
Manning .....	567, 568
Marschark .....	164, 183, 288, 290
Marshall .....	454
Maskill .....	361
Maslow .....	271, 331
Matos .....	347
Matter .....	214, 226
Maxwell .....	141, 331, 333, 345
Mayer.....	140, 303, 383, 384, 385, 391, 415, 461

McCabe .....	159, 288, 289, 290, 291
McDonald .....	454, 569
Mendelson .....	215, 313
Merzyn .....	458
Miall .....	272
Miller .....	317
Mills .....	359
Minsky .....	279
Moore .....	125
Morgan .....	567, 568
Munby .....	443, 445, 446, 450, 451
Muscari .....	317, 329, 353, 400, 401, 419, 441
Neisser .....	183, 259
Newby .....	142
Newell .....	303
Newton .....	262, 336, 344, 349
Nippold .....	216, 231, 236, 313
Norman.....	125,305
Novak .....	125, 126, 127, 128, 560, 567, 642
Nunes dos Santos.....	333, 346
Ogborn .....	175, 328, 350, 375
Ogunniyi .....	364
Oliveira, M.....	609
Oliveira, M.T. ....	364, 365, 369, 431,457, 625
Olscamp .....	190, 193
Olson .....	230
Oppenheimer .....	328, 344
Ortony.....	143, 145, 146, 155, 156, 171, 177, 195, 196, 198,
.....	200, 215, 219, 222, 224, 225, 228, 229, 285, 313,
.....	319, 336
Osborn .....	170
Osborne .....	382
Otero .....	456

Paivio .....	204, 288, 289
Palmer .....	317
Parnes .....	271, 276
Parrott .....	356
Paulick .....	459
Pearson .....	215
Pecker .....	356
Perelman .....	143, 144
Petit .....	194, 209, 210
Petrie .....	143, 398, 405, 431, 440
Pfeiffer .....	400
Phye .....	255
Piaget .....	113, 213, 214, 224, 227, 236, 295, 347, 396
Pierce .....	163, 205
Pimm .....	143, 347
Poincaré .....	276, 301
Pollio.....	140, 214, 223, 336
Polya .....	301, 302
Pope .....	398, 410, 427
Popper .....	272, 324
Postman .....	318
Praia .....	61
Pribram .....	342
Prigogine .....	326
Puff .....	285
Raad .....	359, 369
Radford .....	471, 475, 547
Raven .....	245, 246
Read .....	276
Reichmann.....	283
Reigeluth .....	433,461,463,465,468,469, 470,471, 473,476
Reitman .....	173
Reyna .....	222
Reynolds .....	219, 228, 229, 356, 398, 462
Rheingold .....	264

Ribeiro .....	367
Ribeiro dos Santos .....	320, 322, 336
Richards.....	140, 144, 159, 160, 212, 221, 352
Richardson.....	206, 268
Ricoeur.....	54,141, 154, 168, 198, 205, 210, 266,267, 268
Rigney .....	471,473
Ritchie .....	407, 452, 454
Roadrangka.....	112, 582
Roe .....	274, 332
Ross .....	237
Royer .....	384, 461
Rubano .....	139
Rubenstein .....	305
Rumelhart .....	25, 169, 198, 199, 200, 239, 251, 253, 285, 305, 398, 438
Salomon .....	238, 256
Sanders .....	277, 428, 435
Santiesteban .....	464,469
Santos e Gonçalves.....	411, 447
Santos, M.E. ....	61
Schallert .....	461
Schenk .....	242
Scheffler .....	152, 185
Schneider .....	285, 286
Schön.....	336, 338, 445, 449,
Schwartz .....	356, 398
Searle .....	169
Sergiovanni .....	140
Shalon .....	251, 252, 253, 255
Shapiro .....	86
Shibles .....	74, 162
Shiffrin .....	285, 286
Shrinjo .....	199
Siltarnen.....	218, 220, 221, 222
Simon .....	276, 303
Simons .....	473

Skinner .....	277
Smith .....	127, 140, 311, 382
Snow .....	294
Soskice .....	152
Spearman.....	249, 251, 252, 253
Spiegel .....	125, 193, 478
Spiro .....	418, 419, 439
Stavy .....	402, 415
Steenburgh .....	336
Stensvold .....	129
Stepich .....	142, 394, 405
Sternberg .....	141, 176, 181, 182, 195, 216, 237, 238, 245, 246, 247, ..... 248, 249, 255, 270, 283, 310, 616
Sutton .....	142, 363, 364, 400, 417, 427
Tauber .....	263
Tavares .....	457
Thagard .....	174, 237, 291, 430, 434, 435
Tharp .....	454
Thiele .....	261, 410, 438, 461, 463, 464, 465, 466, 476, 477, 478
Thomson .....	352
Thorndike .....	277
Thurstone .....	249, 250
Tiberius .....	451,454
Tobin .....	443, 444, 446,447,449, 450, 451, 452, 454
Tom .....	454
Torrance .....	116, 274, 275, 608
Tourangeau.....	176, 177, 181, 182, 195, 248, 271, 283
Treagust.....	423, 430, 434, 438, 448, 465, 466
Trick .....	194, 240
Tulving .....	286
Turbayne .....	185, 340
Tversky .....	157
Ulerick.....	444, 446, 447, 451, 452,454,464

Valente, M. ....	320
Valente, M. O.....	61
van der Veer.....	263
van Hont Wolters.....	462
van Noppen .....	74
Verbrugge .....	140, 166, 196, 215, 283, 356
Vico .....	336
von Glassersfeld.....	407
Vosniadou .....	145, 197, 199, 201, 202, 215, 216, 222, 224, 225,
.....	228, 229, 230, 236, 237, 238, 313, 464, 468
Vygotsky.....	259, 394, 395, 396
Waggoner .....	223, 231
Walkup .....	332
Wallace .....	301, 302, 332, 341
Wallas .....	301, 302
Walton .....	377, 383
Wandersee .....	458, 474
Warren .....	389
Wason .....	244
Watkins .....	287
Way .....	155, 158, 175
Webb .....	433
Weber .....	568
Weimer .....	317
Weisberg .....	278
Wellington .....	362
Wharton .....	285, 289, 290
Wheatley .....	56
Wheelwright.....	161, 193
Whitely .....	302
Wicken .....	389
Wiener .....	342
Williams .....	173, 458
Willner.....	254
Winner .....	213, 214, 215, 217, 219, 220, 223, 225, 226, 229, 231, 312, 313

Winston .....	173
Wright .....	193
Yager .....	366, 458
Yelton .....	477
Zeidler .....	409
Zeitoum .....	429, 452
Zencey .....	327



**ANEXOS**



## ANEXO DA INVESTIGAÇÃO TEÓRICA

### GLOSSÁRIO DE TERMOS

Nesta listagem de definições de termos optou-se por se ser o mais fiel possível às ideias dos autores, razão pela qual só se apresentam exemplos quando os próprios autores o fazem.

**Alvo, tema, teor, tópico, assunto, foco ou objecto secundário** - objecto desconhecido, total ou parcialmente que vai ser descrito, ilustrado ou explicado através da utilização da metáfora ou analogia (Oliveira, 1996).

**Analogia activadora** ("embedded activator") - quando permite uma clarificação da informação anterior e a liga com a que se lhe segue, ou seja, actua como activadora e clarificadora dos conhecimentos precedentes, assim como possui uma função introdutória aos conhecimentos subsequentes (Reigeluth, 1983 e Regney, 1978).

**Analogia analítica** - para diferenciar o todo das partes e determinar como essas partes funcionam no todo, e.g.: a analogia do átomo com o sistema solar (Dreistadt, 1968).

**Analogia clássica** - deriva da definição de Aristóteles. É aquela que apresenta pelo menos quatro termos em que o segundo está relacionado com o primeiro na mesma proporção que o quarto com o terceiro. É representada no formato A:B::C:D.

**Analogia compreensiva** - quando uma analogia conceptual pode estar relacionada e combinada com outra(s) analogia(s) conceptual da mesma área científica. Este processo envolve a integração da informação nova numa representação organizada ou modelo, permitindo a generalização do conhecimento e a previsão de resultados em situações novas que possam aparecer (Stepich e Newby, 1988).

**Analogia conceptual** - quando a analogia serve para associar representações familiares de conceitos a novos conceitos através de relações de semelhanças entre esses conceitos. A representação familiar do conceito serve como um modelo facilitando a criação de uma grelha conceptual ou de um "schema" onde o novo conceito pode ancorar (Stepich e Newby, 1988).

**Analogia conflituosa** - quando existe uma tensão entre os domínios parecendo que estes são contraditórios resultando num confronto entre as imagens propostas pela

analogia e os conceitos, fenómenos ou procedimentos trabalhados. Capitalizam grande energia e promovem um estímulo cognitivo (Sanders e Sanders, 1984).

**Analogia de 1ª ordem** - quando existe uma relação muito estreita entre a analogia e o real. Apresenta a vantagem de a analogia e o real se encontrarem dentro do mesmo domínio, com uma estrutura comum. Podem ser aplicadas com alunos no estágio das operações concretas (Donati e Gamboa, 1990).

**Analogia de 2ª ordem** - quando a analogia interpreta o quotidiano através do que é pretendido ser explicado. Pode-se considerar aquelas cuja fonte se refere a fenómenos do quotidiano para explicar fenómenos do não quotidiano como a mecânica quântica ou a relatividade. É um exemplo de analogia de 2ª ordem quando se imagina o núcleo atómico com o tamanho da Terra com o objectivo de visualizar o vazio de um átomo. Em geral necessita que o aluno se encontre no estágio das operações formais (Donati e Gamboa, 1990).

**Analogia de 3ª ordem** - quando a analogia apresenta uma relação entre as características de um sistema e as propriedades que a analogia gera. A analogia é simplesmente a dedução de uma propriedade do fenómeno estudado que permite ao aluno ter um controlo intuitivo sobre os cálculos que realiza. Estas analogias ajudam a desenvolver e a complexificar o conhecimento, pois que partem de deduções concretas e permitem visualizar o modelo teórico que as sustenta (Donati e Gamboa, 1990).

**Analogia de termos** - quando acontecimentos, objectos ou sistemas têm propriedades ou estruturas semelhantes (Haaparanta, 1992).

**Analogia directa** - compara factos paralelos, acontecimentos, sentimentos, conhecimentos, etc. Por vezes, uma analogia directa pode precisar de se complexificar. É necessário um grande esforço cognitivo para discriminar a conexão entre os domínios da analogia de modo a “ver” os problemas numa nova perspectiva (Holstein e Crossley, 1970).

**Analogia enriquecida** - quando contém as limitações e várias comparações. Pode resultar da complexificação de uma analogia simples ou directa (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia escrita verbal** - quando a apresentação da analogia num texto é traduzida por palavras (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia estrutural** - caracteriza a constituição do alvo. Alvo e fonte podem ter a mesma aparência física ou a analogia ser constituída a partir de semelhanças, e.g.: cada célula da cebola é como um compartimento. Tem um tecto e um chão assim como quatro paredes (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia estrutural-funcional** - quando combina as características de uma analogia estrutural com as de uma funcional (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia existencial** ("analogia entis") - quando é formada entre coisas ou seres (Gustav Stern).

**Analogia expandida** ("extended analogy") - corresponde ao nível mais complexo de uma analogia. Pode ser considerada quando uma só fonte pode ser utilizada para a compreensão do significado de vários alvos ou, pelo contrário, quando várias fontes são utilizadas para a compreensão do significado de um só alvo (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia formal** - é uma proposição do tipo A está para B assim como C está para D de tal modo que a relação entre A e B é semelhante a relação entre C e D (Sternberg e Rifkin, 1979). Corresponde à analogia clássica.

**Analogia forte ou ressonante** - quando há uma forte tensão cognitiva entre os domínios da analogia (Black, 1963).

**Analogia funcional** - caracteriza o modo como o alvo funciona, ou seja, alvo e fonte partilham funções semelhante, e.g.: o feed-back funciona como um termóstato (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia gráfica** - quando é traduzida por figuras, desenhos, fotografias, etc. (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia narrativa** - quando é usada uma fonte para explicar vários conceitos do alvo. Chama-se narrativa devido à fonte ter de ser dinâmica e aparecer como se fosse uma história (Dagher, 1995).

**Analogia negativa** - é aquela que, pelas suas características, tem potencialidades de ser confusa e induzir um raciocínio que não conduza ao efeito desejado (Goswami, 1992).

**Analogia negativa**.- quando é formada realçando as diferenças entre os domínios (Hesse, 1966).

**Analogia nominal** (“analogia nominum”) - quando está relacionada com termos ou nomes (Gustav Stern).

**Analogia objectiva** - é originada ou derivada de percepções de experiências externas e não inclui a pessoa como parte da analogia. São as mais comuns (Dreistadt, 1968).

**Analogia periférica** - quando a analogia utilizada depende de outra considerada central. Não tem existência por si própria, mas está integrada na analogia principal e normalmente é gerada espontaneamente como um pensamento complementar (Dagher, 1995).

**Analogia pessoal** - a pessoa que gera a analogia está incluída na própria analogia. A pessoa torna-se o foco da analogia expressando a maneira como sente ou como actua numa situação particular. Pode ser de dois tipos: analogias pessoais normais e analogias pessoais patológicas, neste último caso quando a pessoa se encontra num estado patológico de qualquer espécie (Holstein e Crossley, 1970 e Dreistadt, 1968).

**Analogia positiva** - é aquela que tem potencialidades de produzir um raciocínio que conduza ao efeito desejado (Goswami, 1992).

**Analogia positiva** - quando é formada realçando as semelhanças entre os domínios da analogia (Hesse, 1966).

**Analogia processual** - quando está associada a processos em Ciência, quer em sala de aula, quer em laboratório (Dagher, 1995).

**Analogia racional** (“analogia rationis”) - um argumento analógico que está ligado com questões de lógica indutiva (Gustav Stern).

**Analogia sensitiva** - é formada com base em sensações ou sentimentos e é usualmente expressa por uma imagem visual. Pode ser classificada conforme o tipo de experiência que foi originada, e.g.: objectivas ou pessoais (Dreistadt, 1968).

**Analogia simbólica** - é uma associação de coisas ou problemas geralmente expressos por dois termos. É de natureza paradoxal capturando dois aspectos diferentes do mesmo

fenómeno, mostrando a sua complexidade numa tentativa de encontrar solução para o paradoxo (Holstein e Crossley, 1970).

**Analogia simples** - corresponde ao menor nível de elaboração de uma analogia é e constituída pela fonte, pelo alvo e por uma palavra de ligação geralmente “como”. São usadas quando a relação entre a fonte e o alvo são óbvias e não é necessário grandes explorações (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia simples** - quando a fonte é ligada ocasionalmente ao alvo. Não se considera simples pelas conexões óbvias entre a fonte e o alvo mas pela sua brevidade de referência. O que a distingue das analogias periféricas é que precisam de ser exploradas posteriormente (Dagher, 1995).

**Analogia sintetizadora** - quando está localizada no fim de um texto e tem uma função de síntese (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia sintética** - quando mostra que há uma sequência temporal das partes para construir o todo, ou ainda para ter uma função sintética de compreensão do global, e.g.: a metáfora, utilizada por Freud, do comportamento dos emigrantes para mostrar como a fixação e a regressão estão relacionadas entre si e com as neuroses (Dreistadt, 1968).

**Analogia verbal-gráfica** - quando combina a forma gráfica com a verbal (Curtis e Reigeluth, 1984).

**Analogia visual** - quando é representada por gráficos, retratos, fotografias ou outro material visual não escrito em palavras. Pode incluir as analogias pictoriais (Glynn et al., 1989).

**Assimetria** - quando se verifica uma diferença quantitativa ou qualitativa entre a fonte e o alvo ou entre os domínios da fonte e do alvo (Oliveira, 1996).

**Atributos** - termo que representa, qualifica ou determina uma propriedade característica de uma conceito (Oliveira, 1996).

**Base (“ground”) da metáfora ou da analogia** - conjunto das características do alvo e da fonte que são partilhadas (Oliveira, 1996).

**Ciência** - quando se refere ao conhecimento científico (Oliveira, 1996).

**Ciências** - conjunto de disciplinas curriculares ditas “científicas” e ensinadas na Escola (Oliveira, 1996).

**Conceito** - envolve uma vasta gama de definições conforme as teorias que os explicitam. Podem considerar-se entidades universais compreendidas de uma forma pessoal, subjectiva, incluindo significados, objectos abstractos, definições, previsões, relações, estruturas mentais como ideias inatas, representações, imagens, pensamentos ou ainda concepções intermediárias entre a linguagem e a realidade. Podem ser traduzidos por palavras, frases ou por formas não linguísticas. Dependem de uma grande diversidade de capacidades individuais e do desenvolvimento das estruturas cognitivas podendo desempenhar várias funções (Morris e Weitz, 1987).

**Conceito abstracto** - não apresenta exemplos perceptíveis ou têm atributos definidores relevantes não perceptíveis, e.g.: beleza (Luiza Veiga, 1993).

**Conceito concreto** - apresentam atributos definidores e exemplos observáveis disponíveis nas nossas experiências directas, e.g.: cão (Luiza Veiga, 1993).

**Concepção errónea** (“misconception”) - este termo refere-se a ideias que não estão de acordo com as teorias/conceitos aceites pela comunidade científica, apresentando-se com características de modelos conceptuais ou teorias próprias que os alunos utilizam em determinadas situações e provêm ou de ideias intuitivas estáveis e persistentes adquiridas antes ou fora da escolaridade ou resultam da assimilação incorrecta dos conceitos científicos que lhes são transmitidos na escola (Driver e Easley, 1978). Podem ser traduzidas pela compreensão incorrecta de um conceito, pela aplicação errónea de um conceito, pela classificação errónea de exemplos de conceitos, pela confusão entre diferentes conceitos, pelo estabelecimento de relações hierárquicas impróprias ou pela sub ou sobre-generalização de um conceito (Schreiber, 1990).

**Conceptualização** - estruturar cognitivamente (Schreiber, 1990).

**Contexto** - condições que rodeiam uma metáfora ou uma analogia de modo a que estas possam ser compreendidas. Pode considerar-se contextos intrínsecos e extrínsecos à própria metáfora ou analogia e contextos pessoais e sociais (Oliveira, 1996).



**Domínios de uma metáfora ou de uma analogia** - redes conceptuais abrangentes a que o conceito fonte ou o conceito alvo pertencem (Oliveira, 1996).

**Esquema cognitivo** - é uma estrutura de conhecimento que representa um conceito genérico na memória (Rumelhart, 1980) que inclui as interrelações existentes entre os vários aspectos do conceito (Thorndyke e Hayes-Roth, 1979). Estas interrelações são influenciadas por experiências particulares (pessoais) e representam a regularidade em que ocorrem os aspectos abstractos de várias experiências similares (Bartlett, 1932, Mandler, 1985 e Thorndyke e Hayes-Roth, 1979). Esquemas cognitivos existem para todo o tipo de conceitos, tais como objectos, situações, acontecimentos, e sequências de acções e acontecimentos (Rumelhart e Ortony, 1977). Para além disso todos os esquemas cognitivos integram uma organização dentro da qual toda a informação relativa é organizada e compreendida (Norman, 1978, Norman e Gentner e Stevens, 1976). Deve ser encarado como um fenómeno dinâmico - uma disposição heurística individual; uma capacidade mental individual (cognitive "tool") que sistematicamente descobre informação sobre um assunto ou problema, processa a informação e formula perguntas pertinentes sobre ela (um esquema cognitivo representa a mente, uma estrutura de conceitos hierarquicamente organizados que são representações individuais da experiência sensória) (Schreiber, 1990).

**Esquema conceptual** - significa um grupo de conceitos mais ou menos complexos e organizados numa forma padronizada e.g.: o conceito de evolução que engloba muitos conceitos como mutação, variação, sedimentação etc (Oliveira, 1996).

**Estilo de ensino** - a preferência estável por um modo particular de actuar do professor o que implica uma organização das estratégias de ensino. O estilo de ensino está relacionado com o estilo cognitivo, as características individuais do professor, as competências sobre o conhecimento pedagógico e sobre os conteúdos que ensina e as concepções sobre o que é ensinar ou, mais especificamente, qual o papel do professor, do aluno e do conhecimento (Entwistle, 1988).

**Exemplo** - quando se realiza uma comparação em que se verifica um isomorfismo perfeito entre os elementos de uma metáfora ou de uma analogia, ou seja, quando os atributos e/ou as relações coincidem nos conceitos em jogo (Oliveira, 1996).

**Exploração didáctica da metáfora ou da analogia** - utilização de estratégias didácticas diversificadas que permitam limitar essa metáfora ou analogia (Oliveira, 1996).

**Fonte, phonos, base, estrutura, modificador, veículo ou objecto primário** - objecto conhecido que vai ser usado para descrever, ilustrar ou explicar o alvo (Oliveira, 1996).

**Gerar uma metáfora ou uma analogia** - é a representação, pela própria pessoa, de um fenómeno relacionando-o com um domínio familiar (Duit, 1990 e Simons, 1984).

**Imagens mentais** - como representações do conhecimento e, portanto, como aquelas que são conscientes, excluindo-se os sonhos, as alucinações e outras imagens que fogem ao controlo do indivíduo (Oliveira, 1996).

**Incongruência de domínios** - quando os atributos da fonte e do alvo não são semelhantes porque os termos pertencem a domínios diferentes e os atributos são limitados a esses domínios, e.g. “os sonhos são cor-de-rosa”, assim cor-de-rosa perde o significado original (Ortony, 1979).

**Isomorfismo** - quando a base da metáfora ou da analogia é grande e a assimetria entre a fonte e o alvo é pequena (Oliveira, 1996).

**Limitar a metáfora ou a analogia** - definir os atributos/relações a serem transferidas da fonte para o alvo, os que não são transferíveis e os que não são abrangidos pela utilização dessa metáfora ou analogia (Oliveira, 1996).

**Linguagem** - é através dela que nós organizamos as nossas representações do mundo (Piaget, 1951, 1959, Vygotsky e Luria, 1959 e Bruner et al., 1956).

**Linguagem Metafórica (LM)** - quando se está a referir, conjuntamente ou indiscriminadamente, à metáfora ou à analogia (Oliveira, 1996).

**Mapa de conceitos** - uma visualização da organização conceptual do aluno acerca de um dado conhecimento da sua estrutura cognitiva; uma representação gráfica da estrutura cognitiva do micro esquema do assunto (Schreiber, 1990).

**Mapa de conceitos-padrão** - uma mapa de conceitos elaborado por um perito que serve para comparação (Schreiber, 1990).

**Mapear** ("mapping") - processo de fazer corresponder atributos ou relações entre a fonte e o alvo. Este mapear pode ser interpretado somente como uma comparação entre os conceitos ou entre domínios conceptuais (Oliveira, 1996).

**Metáfora "cross-sensory"** - aquelas que explicam a experiência sensorial comparando-a sinestesicamente com outra experiência sensorial (Gardner, Kircher, Winner e Perkins, 1975).

**Metáfora adjectiva** - o significado metafórico está localizado na forma adjectiva (Gustav Stern).

**Metáfora adverbial** - o significado metafórico está localizado na forma adverbial (Gustav Stern).

**Metáfora cognitiva** - quando os elementos da metáfora partilham vários atributos sendo necessário dar-lhes o valor adequado para o "transfer" adequado aquela metáfora (Bruner, Goodnow e Austin, 1956).

**Metáfora construtora** - quando dá origem à construção de novas ideias (Green, 1971).

**Metáfora convencional** - aquelas que perderem a sua tensão cognitiva, pois passaram a ser usadas largamente e de uma forma comum, mas são vivas exactamente pelo seu uso diário, e.g.: teorias são construções). No entanto, mesmo que as metáforas se tornem convencionais mantêm o seu estatuto metafórico (Lakoff e Johnson, 1980).

**Metáfora convidativa** - implica que pode haver uma interpretação diferente do conteúdo porque depende de como se diz, e.g.: vamos supor que as células são blocos de construção (Kelly, 1969).

**Metáfora de acção** - quando uma acção está envolvida na transformação do significado. Duas subcategorias podem ser incluídas: metáfora por acção fingida ou não fingida.  
Metáfora de acção fingida ("pretend action metaphors") - quando um objecto é nomeado de uma forma não característica, como se fosse outra coisa, dando ao objecto um uso não convencional, havendo possibilidade de transformação de significado, e.g.: o microfone precisa de um babete (quando se põe fita cola à roda do pé de um microfone). É necessária acção. É baseada em propriedades perceptuais.  
Metáfora de acção não fingida ("non pretend action metaphors") - O objecto faz parte de uma acção mas mantendo o seu significado convencional. A acção é apropriada ao objecto (Winner, 1979).

**Metáfora de consenso por cópula** - A palavra de ligação mostra uma generalização. e.g.: ela é chamada uma rosa (Brikmann).

**Metáfora de fundo** - é a construída como uma estrutura, um sistema ou uma constelação de elementos significativos. Entre estas encontram-se as metáforas que Bachelard chamou Metáforas das Metáforas e Blumenberg chamou Metáforas Absolutas pois que assumem um relevo na estruturação de uma obra, desempenhando um importante fio condutor na pertinência, significado, espírito dessa obra, gerando uma relação entre as partes e entre estas e o todo (Ribeiro dos Santos, 1989).

**Metáfora de raiz** - metáforas que, por um lado têm o poder de conjugar as metáforas parciais tiradas dos diversos campos da nossa experiência e, assim, de garantir-lhes uma espécie de equilíbrio. Por outro lado, possuem a capacidade de engendrar uma diversidade conceptual, quer dizer, um número ilimitado de interpretações potenciais a um nível conceptual. As metáforas de raiz congregam e dispersam. Coadunam as imagens subordinadas e dispersam os conceitos a um nível superior (Ricoeur, 1976).

**Metáfora de substituição por cópula** - A palavra de ligação é o verbo ser ("est ") ou existir ("esse "), e.g.: ela é uma rosa (Brikmann).

**Metáfora de superfície** - aquela que se oferece ao nível da simples frase, ou mesmo da palavra isolada (Ribeiro dos Santos, 1989).

**Metáfora disjuntiva** - quando os elementos da metáfora partilham um atributo ou relação incluído num conjunto de atributos perceptuais ou conceptuais (Bruner, Goodnow e Austin, 1956).

**Metáfora dominante** - são capazes de gerar e organizar uma rede conceptual que serve de junção entre o nível simbólico, com a sua lenta evolução, e um nível metafórico mais volátil (Ricoeur, 1976).

**Metáfora ou analogia criativa** - quando estimulam a formulação e a solução de problemas existentes, geram hipóteses, sendo, nesta função, mais importante os produtos da analogia do que as suas características (Hamrouche, 1989).

**Metáfora ou analogia descritiva** - quando servem para concretizar conceitos/fenómenos científicos realçando, essencialmente, os atributos entre a fonte e o alvo (Hamrouche, 1989).

**Metáfora ou analogia explicativa** - quando põem conceitos e princípios novos em termos familiares e têm como objectivo que o aluno compreenda o alvo pela compreensão de cada atributo importante transferível (Hamrouche, 1989).

**Metáfora ou analogia original** - simultaneamente vibrante e criativa, não constitui parte do discurso quotidiano mas é criada pelo utilizador (Bipin Indurkha, 1992).

**Metáfora ou analogia pictorial** - quando podemos traduzir a informação em relações visuais que se podem apresentar de formas várias como pinturas, desenhos, fotografias, filmes, caricaturas, "cartoons" e até em forma de esculturas. Como subconjunto da metáfora e da analogia pictorial encontram-se a metáfora e a analogia gráficas como, por exemplo, desenhos, caricaturas, "cartoons", etc (Gibson, 1966).

**Metáfora emotiva** - quando é construída tendo por base as emoções São compreendidas por semelhanças conceptuais ou psicológicas. (Richards, 1936). Inclui a Metáfora emotiva estatística - focada nas hipotéticas dimensões da emoção (Hoffman, Waggoner e Palermo, 1991).

**Metáfora estruturada** - a que possui identidade estrutural, dimensões da experiência e "background" para realçar as interrelações entre os domínios (Lakoff e Johnson, 1980).

**Metáfora estrutural** - estrutura uma experiência em termos de outra, e.g.: compreender é ver (Lakoff, 1981) e possui um mapear formal. Segundo Carrol, (1985) são comparações que podem usar semelhanças, diferenças e mesmo omissões e cuja função principal na aprendizagem é estimular a actividade mental centrada no alvo.

**Metáfora exortativa** - faz associação entre as características particulares de um sistema e as tonalidades emocionais influenciando como se desenvolve a investigação (Dickmeyer, 1989).

**Metáfora fisionómica** - quando se atribui qualidades de seres humanos ou de animais a objectos inanimados (Seitz e Beilin, 1987).

**Metáfora funcional** - revela a relação entre a funcionalidade de um sistema e a percepção do utilizador, e.g.: a "spreadsheet" é um exemplo tradicional, permitindo ao utilizador estruturar a tarefa (Clanton, 1983).

**Metáfora generativa** - processo que gera novas perspectivas do mundo (Schön, 1979).

**Metáfora genitiva** - quando está expressa a proveniência. É a metáfora nominal mais complexa porque a mesma ligação gramatical (“de”, “em”, “com”) é usada para expressar diferentes relações ou mesmo a relação de dois termos (A e B) ou por vezes a de um terceiro (C) estando omissa o primeiro (A) que se tem de adivinhar. O termo B é expresso por significados como: “faz parte de” ou “deriva de” ou “pertence a”, e.g.: “a pousada do meu corpo palpitante” (Winner, 1979).

**Metáfora Integradora** - integra os componentes de um sistema e dos subsistemas para a realização de uma tarefa complexa (van der Veer, Wijk, 1983) ou, ainda, é integrada no sistema e subsistema para completar uma tarefa (Clanton, 1983).

**Metáfora interpretativa** - está ligada ao conteúdo do que é afirmado independentemente de como se afirma, e.g.: as células são blocos de construção (Kelly, 1969).

**Metáfora léxica** - é aquela que tem uma interpretação predicável ligada ao contexto local da afirmação. São tão familiares como a linguagem literal (Blank, 1988).

**Metáfora morta** - aquela que perdeu o poder de activar ideias novas pois que as palavras expressas perderam o significado original (Hegel, 1976). A metáfora morta está isolada, não fazendo parte de um esquema conceptual completo. Não mantêm o seu estatuto metafórico, e.g.: corrente eléctrica (Lakoff e Johnson, 1980). Este tipo de metáfora é também chamada Metáfora congelada, sendo segundo Glucksberg (1989), aquela que se tornou literal devido ao uso habitual não sendo reconhecida como metáfora, e.g.: a perna da mesa.

**Metáfora não activa** - quando há o reconhecimento da semelhança entre os atributos de dois objectos e não se refere ao efeito transformador de uma interacção entre eles, e.g.: a maçã na macieira (quando se está a referir a um balão vermelho atado a um pau verde) (Winner, 1979).

**Metáfora nominal** - quando utiliza nomes de coisas substantivos e formas singulares de pronomes (Gummere).

**Metáfora nova** - são aquelas que são criadas *de novo*, e.g.: Papá tens um buraco no cabelo (Glucksberg, 1989).

**Metáfora ontológica** - envolvem a projecção do estatuto de uma substância para um conceito que não tem estatuto, e.g.: o cérebro é um contentor (Lakoff, 1981).

**Metáfora operacional** - opera para se obter aprendizagem confirmando as expectativas do significado com os resultados, e.g.: manipulação de objectos para mostrar a dinâmica de um processo (Carrol, 1985, Clanton, 1983) ou, ainda, refere a acções em que as expectativas do utilizador sobre o significado do sistema e os resultados são confirmados (Clanton, 1983).

**Metáfora organizacional** - quando a estrutura ou a localização de informação de um sistema pode ser usada para planificação, organização e aplicação num sistema de informação (Clanton, 1983).

**Metáfora orientada** - estrutura os conceitos usando expressões como: “alto”, “no cimo”, etc (Lakoff, 1981).

**Metáfora partitiva** - quando relaciona subconjuntos, e.g.: os demónios da multidão (Brikmann).

**Metáfora por aposição** - quando há a junção de dois ou mais termos ou expressões. e.g.: a minha senhora, uma rosa. Pode incluir a Metáfora por aposição genitiva se explicitar a origem, e.g.: o fogo do amor (Brikmann).

**Metáfora por cópula** - uma afirmação directa que A é B. É tão directa que pode ser usada para metáforas altamente originais ou para paradoxos e neste caso dá ideia que é trivial. Pode incluir formas mais cautelosas começando a frase por “parece”, “torna-se”, “é chamada”, “significa” (Brikmann).

**Metáfora por nomeação ou elogio** - e.g.: senhora... oh rosa! (Brikmann).

**Metáfora por semelhança** - quando a sua compreensão implica uma comparação a fonte, o alvo e a transferência de significado baseia-se nas semelhanças existentes (Bipin Indurkha, 1992).

**Metáfora por silogismo** - pode ser muito subtil. O termo A é mencionado e substituído por outra metáfora B apresentando uma expressão demonstrativa que a devolve para A. A palavra de ligação “fazer” ou “transformar” pode ser uma afirmação directa que envolve uma terceira metáfora C então C faz ou transforma A em B. É mais explícita

que a cópula porque é expresso o processo da mudança assim como a causa dessa mudança (Brikmann).

**Metáfora por substituição** - há a substituição dos termos da metáfora por uma frase literal ou por fontes concretas. Inclui a metáfora por substituição simples - O termo é substituído por uma metáfora sem ser mencionado. Pela falta de explicitação pressupõe-se que a metáfora é clara pelo contexto ou pela inteligência (Black, 1962).

**Metáfora psicológica-física** - aquela que explica uma experiência psicológica comparando-a com um acontecimento físico (Fernandez, 1972).

**Metáfora qualitativa** - quando a fonte qualifica o alvo, e.g.: “palavras de fogo” (Brikmann).

**Metáfora relacional** - é aquela que é formada tendo por base semelhanças entre objectos, situações ou acontecimentos que são fisicamente diferentes mas possuem uma estrutura interna paralela, funcionando de um modo semelhante, e.g.: nuvens e esponjas (Winner, 1988).

**Metáfora relacional** - quando os elementos da metáfora partilham vários atributos e relações sendo necessário dar-lhes o valor adequado para o “transfer” apropriado aquela metáfora (Bruner, Goodnow e Austin, 1956).

**Metáfora relativa** - quando a ligação entre os domínios é feita por uma oração relativa, e.g.: senhora que és uma rosa (Brikmann).

**Metáfora sensorial** - são compreendidas por semelhanças perceptuais (Richards, 1936).

**Metáfora subordinada** - cada metáfora supraordenada é constituída implicitamente por uma variedade de metáforas subordinadas diferentes derivadas da interacção da fonte com o alvo, e.g.: na metáfora “tempo é dinheiro” é constituída por outras metáforas derivadas como “perda de tempo” ou “tempo é um investimento” (Kemper, 1989).

**Metáfora supraordenada** - quando a fonte ou o alvo estão combinados respectivamente com vários alvos ou várias fontes para produzir diferentes metáforas. Podem ser classificadas em: Metáfora supraordenada contrastante (“contrasting superordinate metaphors”) - quando um alvo está combinado com várias fontes, e.g.: “tempo é dinheiro” e “tempo é uma corrida”; Metáfora supraordenada paralela (“parallel superordinate metaphors”) - pode ser formada quando a fonte está combinada com alvos diferentes, e.g.: “tempo é dinheiro” e “ideias são dinheiro” (Black, 1962).



**Metáfora verbal** - o significado metafórico está localizado na forma verbal (Gustav Stern). Segundo Gummere implica uma acção e é normalmente acompanhada de sons ou gestos. Pode ter sido a origem das adivinhas e dos enigmas.

**Metáfora verbal** - quando traduzem verbalmente revelações públicas de perspectivas privadas, servindo para chamar a atenção para acontecimentos (Perrin, 1987).

**Metáfora visual** - é usada para fenómenos variados como a ligação de objectos semelhantes (Kogan, Connor, Gross e Fava, 1980), convenções utilizadas em banda desenhada, e.g.: linhas que representam velocidade (Newton, 1985), aspectos de desenhos que expressam emoções ou ironia (Carothers e Gardner, 1979).

**Metáfora viva** - são usadas na linguagem vulgar como parte da expressão sistemática. São extensíveis a novas situações (Lakoff e Johnson, 1980).

**Modelo de captura conceptual** - quando as representações dos alunos são conciliáveis com os conceitos científicos a aprender, o aluno constrói facilmente o novo conhecimento no prolongamento do familiar, estabelecendo pontes do conhecimento privado para o conhecimento público. Aquele conhecimento funciona como uma estrutura de acolhimento deste. O conhecimento muda, sem conflito cognitivo, deslizando subrepticiamente de uma forma a outra (Santos e Praia, 1992).

**Modelo de troca conceptual** - quando implicam não só estratégias de construção (reconstrução de novos conceitos), mas, também, estratégias de abertura a uma mudança consciente e racionalmente preparada - estratégias de desestruturação (Santos, 1991).

**Relações** - conjunto de características connexionadas e organizadas em estruturas conceptuais.

**Relevância ("salience") de um atributo** - a estimativa individual da proeminência de um determinado atributo que diz respeito a um conceito (Ortony, 1979).

**Seleccionar** - processo cognitivo de escolher os atributos ou as relações relevantes a serem transferidas e a serem ignoradas entre a fonte e o alvo. Podem ser seleccionados os atributos ou as relações semelhantes ou as diferentes (Oliveira, 1996).

**Sistematização** ("sistemacity") - processo cognitivo definido como o grau de explicitação de relações entre os sistemas conceptuais que constituem uma metáfora ou uma analogia (Gentner, 1989).

**Termo, elemento ou referente** - quando se referencia o alvo ou a fonte indiscriminadamente (Oliveira, 1996).

**Transferência analógica** ("transfer") - acto de transferir atributos ou relações resultantes do mapear da fonte para o alvo (Oliveira, 1996).

## ANEXOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

### ANEXO A

#### CARACTERIZAÇÃO, CONTEXTO E INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA.

Quadro A-1

Calendário Semanal das Aulas Leccionadas

	2ª feira	3ª feira	4ª feira	5ª feira	6ª feira
9.20H 10.10H	9º C	9º B		9º C	9º A
10.30H 11.20H		9º A	9º B	9º B	9º C
11.30H 12.20H				9º A	

Quadro A-2

Caracterização do Grupo de Professores de Biologia e Geologia

DATA NASC.	SEXO	FORMAÇÃO	ANOS DE SERVIÇO	CARGOS	ACÇÕES FORMAÇÃO
1943	Fem.	Lic. Biol.	8	D. T.	+
1952	Masc.	Lic.Geol.	10	-	
1953	Masc.	Lic. Biol.	9	D. T.	+
1956	Masc.	Lic.Geol.	7	D. T.	+
1958	Masc.	Lic. Biol.	9	C. D.	
1958	Fem.	Lic. Biol.	10	D. T.	+
1960	Masc.	Lic. Biol.	10	D. T.	+
1968	Fem.	Lic. Biol.	6	D. T.	+

Quadro A-3

Caracterização do Grupo de Professores de Física-Química

DATA NASC.	SEXO	FORMAÇÃO	ANOS SERVIÇO	CARGOS	ACÇÕES FORMAÇÃO
1930	Masc.	Eng. Fís.	6	D. T.	
1948	Masc.	Eng. Quí.	7		
1950	Fem.	Eng. Quí.	6	D. T.	
1953	Fem.	Bac. Quí.	12	D. T.	+
1956	Fem.	Lic. Fís.	5	D. T.	
1960	Fem.	Eng. Quí.	5	D.T./C.D.	+

Quadro A-4

Insucesso Escolar por Ano de Escolaridade, em 1992/93, na Escola onde o Estudo foi Realizado

Ano Escolar	Sem Reprovações		Com 1 Reprovação		Com 2 Reprovações	
	Valores Absolutos	%	Valores Absolutos	%	Valores Absolutos	%
7º	69	34.3	47	23.4	85	42.2
8º	95	33.3	90	31.6	100	35.1
9º	122	44.0	65	23.5	90	32.5
Total	286	37.5	202	26.5	275	36.0

## ANEXO B

### A METÁFORA, A ANALOGIA E O ENSINO

#### Tratamento dos Dados

#### A METÁFORA, A ANALOGIA E AS PRÁTICAS DOS PROFESSORES

#### Entrevistas Colectivas a Professores de Biologia/Geologia e Física-Química *Sem* Formação Inicial em Linguagem Metafórica

##### 1º Etapa de Análise

##### Quadro B-1

##### Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
Depende das turmas.	Sim (utilizo). Talvez ...
A gente arranja qualquer coisa paralela que funcione da mesma maneira.	Não tenho a certeza absoluta.
Estou sempre a recorrer a exemplos de coisas que não têm directamente a ver com o assunto.	Não estou a ver agora.
É preciso não abusar (da utilização).	Às vezes, nos modelos, mas não me estou a lembrar exactamente de nenhum caso específico.
	Naturalmente que devo utilizar, mas concretamente ...
	Eu utilizo com frequência.
	À primeira vista parece que não, mas depois pensando melhor, utiliza-se.
	Não (uso) metáforas no sentido literário mas um sistema analógico de transmitir uma ideia.

Quadro B-2

Utilidade da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>Sim, sim ... acho útil.</p> <p>São sobretudo úteis para explicar coisas que eles não vêem.</p> <p>Falo muito em termos de vulgaridade e depois digo: " Não ponham isto no ponto, não digam que o professor disse isto". Não vão lá para fora dizer que eu disse isto.</p> <p>Arranjo uma metáfora, passo a informação e depois recuo logo (para a linguagem científica).</p> <p>Falo muito em termos de vulgaridade e depois digo: " Não ponham isto no ponto, não digam que o professor disse isto". Mas vão lá para fora dizer.</p>	<p>Ajuda bastante.</p> <p>Eu acho que ajuda bastante.</p> <p>Acho que é útil.</p> <p>Dá-me ideia que é sempre útil.</p> <p>A metáfora visual sempre foi muito utilizada. Aprendi muitas coisas com aquilo. Certas situações ficaram-me gravadas. Eu dei isso há 60 anos e ainda me lembro.</p> <p>Acho que eles dizem "Ah...é isso".</p>

Quadro B-3

Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>Algumas vezes espontaneamente outras vezes programadamente.</p> <p>Os meus (exemplos) são sempre espontâneos.</p> <p>Quase sempre espontaneamente.</p> <p>O facto de estar a falar vem à cabeça e sai.</p> <p>Aqueles que penso em casa são melhor pensadinhos.</p> <p>A partir de (passados) determinados anos deixa de ser espontâneo. Nos anos subsequentes lá está ela. Depois pega-se.</p> <p>Se dá resultado numa turma utilizo na outra.</p>	<p>Acontecem as duas coisas (utilização programada e espontânea).</p> <p>Comigo sai mais espontaneamente.</p>

Quadro B-4

Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>É uma maneira dos “tipos” compreenderem. (os alunos) Vejam de facto do que se está a falar.</p> <p>Permite a compreensão.</p> <p>É uma espécie de “muletas” para eles perceberem como é que a coisa funciona.</p> <p>Uso (a metáfora) para agarrar conceitos abstractos.</p> <p>Para mim são para todos os tipos de conceitos. Pois, dá para tudo.</p> <p>Quando eles já constroem as suas próprias metáforas (consigo ver se um conceito foi adequado).</p> <p>Explicar coisas que eles não vêem directamente. É fundamental que percebam o que não vêem o que não têm acesso directo pela observação. Nunca mais eram capazes de compreender.</p> <p>Acham piada.(os alunos).</p> <p>Muito criativo.(o ensino).</p> <p>Chamar a atenção. Há um aluno que está distraído, eu faço assim (estalar os dedos).</p> <p>Eu digo: Terra, Terra, está tudo na Lua? e eles deixam de estar distraídos.</p> <p>Começa tudo a tomar atenção.</p> <p>Integrar minimamente.</p> <p>Uso mais para os conceitos que para controlo da classe.</p> <p>Utilizo (as metáforas) para controlo da disciplina na sala de aula. É preciso puxar a cordinha.</p> <p>Eu digo “ri-te, ri-te quando levas com as bilhas” e os alunos ficam todos quietinhos.</p> <p>Uma coisa que para eles seja palpável.</p>	<p>Quando está generalizada a confusão, às vezes emprego uma frase como: “Estamos na praça ou quê?” (controlo da disciplina).</p> <p>Para explicar, para a repetição.</p> <p>Quando os conteúdos são mais difíceis de se ver na prática.</p> <p>Necessito quando os conceitos são mais abstractos e mais difíceis de transmitir.</p> <p>(Utilizo) para modelos ou para perceberem conceitos.</p> <p>Para se explicar a teoria é que se usa a metáfora.</p> <p>Utilizo a metáfora por causa do dia-a-dia.</p> <p>Quando os modelos são difíceis ou extremamente abstractos então vou arranjar uma coisa mais ou menos prática que eles conhecem do dia-a-dia em que os efeitos sejam semelhantes aos que eles estão a comprovar em Física. Dá-se o aspecto da metáfora que é compreensível.</p> <p>Para uma mais fácil aprendizagem.</p> <p>Nas ciências como a Física não me “cheira” que isso tenha grande futuro.</p> <p>Sempre que a gente consegue arranjar uma metáfora muito paralela com a realidade é extraordinariamente importante, pois dá uma ideia quase correcta do fenómeno.</p> <p>Há muitas imagens que de facto tornam mais compreensivos os fenómenos que eles, através de experiências, já viram.</p> <p>Já estou a ver fumo... estão a pensar muito (desanuviamento do clima da aula).</p> <p>Vêm na prática através do voltímetro e do amperímetro e perguntam “mas por que é que isto aparece?”. Nós nem vemos, nem os podemos pôr a ver as partículas nem a estrutura da matéria, aí é que vamos utilizar a metáfora.</p>



Quadro B-5

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos na Opinião dos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
Muitas vezes são eles mesmos que se lembram dessas metáforas quando nós não nos lembramos.	Ajuda mas eles depois não generalizam o suficiente.
Eles constroem, por vezes, as metáforas espontaneamente.	Usam-nas (os alunos) sempre deturpadas.
Utilizam-na depois de aprender.	Acho que utilizam aspectos da banda desenhada e da telenovela.
Depois fica, entra no léxico da turma.	Explicam por palavras deles mas raramente fazem comparações.
Utilizam-na toda ao contrário com boa vontade de decorar.	(os alunos) perguntam "Afinal o que é que isto tem a ver com isto?".
Não dá sempre mas às vezes arranjam novas metáforas.	A vida das crianças é uma vida muito directa, muito activa não dá para poesias ou filosofias. Quando querem explicar coisas explicam por palavras delas e raramente fazem comparações.
	(os alunos) ficam agarrados à repetição quando não compreendem, quando não conseguem pôr por palavras deles.

Quadro B-6

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica Relacionada com o Nível Etário dos Alunos

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>Quanto mais novos (são os alunos) mais uso (a metáfora).</p> <p>Quanto mais novos mais ajuda.</p> <p>Os miúdos do 7º e 8º anos dificilmente agarram um conceito abstracto.</p> <p>Os mais novos talvez tenham dificuldade de fazer a distinção (entre LM e realidade).</p> <p>Uma pessoa só começa a conseguir a capacidade de abstracção aí pelos 14, 16, 17 anos.</p>	<p>Nos alunos do 8º ano não se pode dizer que tenha uma grande aceitabilidade.</p> <p>Nos mais velhos já tem mais aceitação. Têm mais poder de abstracção. Já é mais fácil. Os do 8º ano têm mais dificuldades em seguir o raciocínio de abstracção.</p> <p>Funciona melhor nos grandes, nos alunos do complementar.</p> <p>Eu acho que sim.</p> <p>Eles (alunos do 8º ano) não ultrapassam mentalmente o concreto).</p> <p>Acho mais usual nas crianças pequenas (fazer comparações).</p> <p>Por vezes comparam com banda desenhada, com a telenovela mas isso é mais nas crianças mais pequeninas do que nas outras maiores.</p>

Quadro B-7

Metáfora, Analogia e o Trabalho Realizado na Sala de Aula pelos Professores  
Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>Contei uma história verdadeira de casa dos meus pais... Eu sou Ribatejano. Um burro meteu-se dentro do terreno que estava cheio de água. Enterrou-se. Quando os homens puxavam pela cabeça enterrava o rabo, quando puxavam pelo rabo enterrava o focinho. Nunca mais se esqueceram do que é um terreno de aluvião.</p> <p>Lembrei-me de repente da telenovela em que a Tancinha (personagem) tinha dois namorados (hemoglobina).</p> <p>Eu utilizo muito a telenovela.</p> <p>(Uso) modelo terra-a terra que não é de facto o fenómeno.</p> <p>De preferência utilizo coisas do quotidiano, casos concretos.</p> <p>Convém de facto dar exemplos do quotidiano.</p> <p>Um prédio em crescimento se se meter uma coisa lá dentro (...) não se transforma em cimento, mas no organismo o alimento transforma-se.</p> <p>Coma cenouras e depois cresce o cabelo, fica a rama da cenoura (assimilação).</p> <p>A propósito do aparelho circulatório uso muito a rede viária ou do rio e dos afluentes.</p> <p>Imagem de cordão policial e de multidões.</p> <p>Como é que se segura melhor a multidão? Os polícias unidos ou não? Isto simboliza a libertação de energia.</p> <p>A formação de uma molécula de glicose não é instantânea. Escrevo no quadro e fujo. Um bilionésimo de segundo não se vê é instantâneo.</p> <p>Para explicar a circulação andei a passear com uns carrinhos e baldes para dizer como entrava o O<sub>2</sub> e saía o CO<sub>2</sub>.</p> <p>Estávamos a ver uma árvore genealógica e aparece o caso dos pais com olhos azuis e filho com os olhos castanhos. Um disse que "só pode ser filho do padeiro". Eles perceberam que o problema era a mutação.</p>	<p>Mostrar a diferença entre o gráfico induzido e por pontos, faz uma comparação com o traçado da circunferência e da elipse pelo método do jardineiro.</p> <p>No modelo atómico, aí utilizamos a mosca no estádio de futebol para as dimensões.</p> <p>Estou a lembrar-me do exemplo da bola de bilhar e do campo de futebol para dar uma ideia da dimensão da partícula.</p> <p>Para o movimentos comparamos com as searas de trigo e a agitação.</p> <p>Em condutores e condução de energia eléctrica, aí aparece a comparação, imaginam uma seara e que passa a brisa.</p> <p>Resistência eléctrica comparada com uma estrada cheia de carros e há uma pessoa que a vai atravessar.</p> <p>Há um exemplo muito elucidativo das metáforas na Física, que é a explicação dos hábitos cristalinos e amorfos das substâncias, comparando com a organização dos indivíduos no exército ou numa multidão. Ao mesmo tempo explica as propriedades direccionais. É uma metáfora extraordinariamente importante porque é muito paralela com a realidade.</p> <p>Para o conceito de entropia, o caos e as pessoas que entram (numa sala vazia), não se sentam todas ordenadamente.</p> <p>Imaginem numa estrada 4 indivíduos parados com espaços e há 2 que querem correr entre essas pessoas, onde é mais difícil passarem?</p> <p>Sempre que a gente consegue arranjar uma metáfora muito paralela à realidade é extraordinariamente importante pois dá uma ideia correcta do fenómeno.</p>

Quadro B-8

Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>Foi só fazer a comparação não houve mais exploração até porque podia levar para outros campos.</p> <p>Faço alguns deles tentar explicar por palavras deles qual o resultado. Como é que eles transpõem da metáfora para a realidade.</p> <p>Procuro que eles arranjem outros exemplos que também sejam paralelos daquilo.</p> <p>Que eles próprios produzem as suas metáforas e arranjam "Ah, é como isto... é como aquilo e eles chegam àquelas coisas por eles próprios.</p> <p>Se eles perceberem passa-se à frente logo.</p> <p>Ponho toda a gente a falar.</p> <p>Nunca recuso o que eles dizem e falo depois... só depois é que me enfio na deles (linguagem).</p> <p>Tento usar modelos para completar logo.</p> <p>Uso a metáfora mas não a deixo alongar muito. Não gosto nada disso.</p> <p>Faço sempre depois a síntese no quadro, senão for nesse dia é no outro a seguir, como revisão.</p> <p>É óptimo que eles digam erros porque entretanto vou corrigindo.</p> <p>Tiram-se as dúvidas.</p> <p>Expliquei na aula, andei com carrinhos e baldes e nada... desisti (aparelho circulatório).</p> <p>Não os deixo alongar senão era uma reinação.</p>	<p>Às vezes são tão metafóricos que eles não conseguem perceber e depois tenho que lhes dizer terra-a-terra o que se passa. É muito vulgar isto.</p> <p>A metáfora foi dada, passa-se ao modelo e depois para o plano da realidade, passa para os efeitos para ver se de facto o modelo está de acordo com os efeitos.</p> <p>Tem que se ter cuidado como é que se há-de pegar (na metáfora).</p> <p>Vou arranjar uma coisa prática que eles conheçam e cujos efeitos sejam semelhantes.</p>

Quadro B-9

Problemas Referidos pelos Professores Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/Química
<p>Corro o risco de perguntar o que é a hemoglobina e me dizerem que é a Tancinha (personagem) da telenovela.</p> <p>Nos pontos escritos às vezes vem isso escrito.</p> <p>(A distinção entre a realidade e LM) depende da idade que têm. Os mais novos talvez tenham dificuldades em fazer essa distinção. Numa turma de 30, 5 alunos vão pôr a metáfora como resposta.</p> <p>5 é muito, 2 ou 3.</p> <p>Há dificuldade cognitiva porque não têm preparação básica.</p> <p>Não são capazes de criar.</p> <p>Não sabem o Português, eles nem sabem os verbos.</p> <p>Tive os pais “em cima de mim” por causa das histórias, vieram dizer que não podia ser.</p> <p>Retira rigor científico, sem dúvida nenhuma.</p> <p>Às vezes temos tendência para nos exceder, perdemos tempo e um pouco daquilo que se pretendia.</p> <p>O meu problema é a falta de tempo para dar a matéria.</p>	<p>Ficam sempre com um erro de interpretação, resultante do exemplo concreto.</p> <p>Às vezes há respostas do estilo “Afinal o que é que isto tem a ver com isto?”.</p> <p>Por exemplo, na resposta a uma pergunta de um teste, um miúdo respondeu-me que uma substância elementar é considerada como uma peça que se encaixa noutra. Quando dei o exemplo dos átomos, agarrei um modelo e pinte as partículas e eles não conseguiram ultrapassar aquilo que viram.</p> <p>Eles não ultrapassaram mentalmente aquilo do concreto no 8º ano e no 9º ano e no complementar penso que ultrapassam.</p> <p>A LM que sinto que posso utilizar, é no quadro pessoal. É quase de indivíduo a indivíduo e não para a sala inteira. Eles só entendem o que querem.</p>

Quadro B-10

Formação de Professores em Linguagem Metafórica

Prof. Biologia/Geologia	Prof. Física/ Química
<p>Nunca. (tive formação)</p> <p>Os professores de Letras é que se ralam com essas coisas.</p> <p>Eu cá nunca. Nem nunca tinha ouvido falar em linguagem em ciências. Só no vocabulário.</p>	<p>Foi a primeira vez (que ouvi falar nos problemas relacionados com a linguagem).</p> <p>Em termos metafóricos não (ouvi falar da LM).</p> <p>Aprendi nos manuais e livros - achei muito giro a história do grão de areia e da mosca no estádio de futebol</p>

**Entrevistas Colectiva a Professores de Biologia/Geologia  
Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica**

*2ª Etapa de Análise*

Quadro B-11

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

<p>R1</p> <p>Estou sempre a recorrer a exemplos de coisas que não têm directamente a ver com o assunto. Falo muito em termos de vulgaridade e depois digo: "Não ponham isto no ponto, não digam que o professor disse isto. Não vão lá para fora dizer que eu disse". Utilizo sempre espontaneamente.</p> <p>É preciso não abusar (da utilização). Arranjo uma metáfora passo a informação e depois recuo logo (para a linguagem científica).</p>
---

R2	O facto de estar a falar vem à cabeça a propósito e sai.
R3	Eu também (uso) espontaneamente.
R4	Eu também faço muito isso. Algumas vezes programadamente, muitas vezes espontaneamente.
R5	De uma ano para o outro as (metáforas) vão ficando. Uso-as, depois pegou bem, no ano a seguir metes lá aquilo mesmo. Aquelas que penso em casa são melhor pensadinhas.
R6	Depende. Sim, sim, acho útil. Uso conforme as turmas. A partir de determinados anos deixa de ser espontâneo.
R7	São sempre úteis para explicar coisas que eles não vêem. Com as metáforas arranja-se qualquer coisa paralela que funcione da mesma maneira. Utilizo para todos os tipos de conceitos.
R8	Só a nível superior.

Quadro B-12

Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	<p>Compreendem e vejam o que se está a falar.</p> <p>Começa então tudo a tomar atenção à aula.</p> <p>Os alunos ficam logo quietinhos.</p> <p>É uma maneira dos “tipos” compreenderem.</p> <p>Uma coisa que para eles é palpável.</p> <p>Dá para tudo (todos os tipos de conceitos).</p>
R2	<p>Permite a compreensão.</p> <p>Vocês lembram-se daquela história assim? Então é esse o assunto que agora está em jogo (permite a contextualização).</p> <p>Uso mais para os conceitos que para controlo da classe.</p>
R3	<p>Acham piada (os alunos).</p> <p>Muito criativo (o ensino).</p>
R4	<p>É uma espécie de muletas para perceberem como as coisas funcionam.</p>
R5	
R6	<p>Se a pessoa tiver jeito para contar anedotas dá (para desanuviar).</p> <p>Uso (a metáfora) para agarrar conceitos abstractos.</p>



R7	<p>Explicar coisas que eles não vêm ou que não têm acesso directo pela observação.</p> <p>Quando os alunos já constroem as suas próprias metáforas (consigo ver se um conceito foi adquirido).</p> <p>Utilizo (as metáforas) para controlo da disciplina na sala de aula.</p> <p>É preciso puxar a cordinha.</p> <p>Para mim são para todos os tipos de conceitos. Pois, dá para tudo.</p>
R8	<p>Integrar minimamente.</p> <p>Uso a metáfora para chamar a atenção.</p>

Quadro B-13

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos na Opinião dos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	<p>Muitas vezes são eles que se lembram das metáforas e que nós já não nos lembrávamos.</p>
R2	<p>Depois fica, entra no léxico da turma.</p>
R3	<p>Não são capazes de criar.</p> <p>Utilizam-na toda ao contrário com boa vontade de decorarem.</p> <p>Quanto mais novos (são os alunos) mais uso (a metáfora).</p>
R4	<p>Os alunos dizem “Ah... é como isto e como aquilo”.</p> <p>Quanto mais novos mais ajuda.</p>
R5	<p>Utilizam-na depois de a aprenderem. Não se pode esquecer que estamos a relacionarmo-nos com pessoas e miúdos pequenos.</p>

R6	Os miúdos do 7º e 8º anos dificilmente agarram conceitos abstractos. Os alunos, por vezes, constroem as metáforas espontaneamente.
R7	Não dá sempre mas às vezes arranjam novas metáforas.
R8	

Quadro B-14

Metáfora, Analogia e o Trabalho Realizado pelos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	Coisas do quotidiano que eles manuseiam todos os dias. A formação de uma molécula de glicose não é instantânea. Escrevo no quadro e fujo. Um bilionésio de segundo não se vê, é instantâneo. (Uso) modelo terra-a terra que não é de facto o fenómeno.
R2	Exemplo da telenovela da (rapariga) que tinha dois namorados que tanto andava agarrado a um como a outro, assim a hemoglobina ligava-se ora ao oxigénio ora ao monóxido de carbono.
R3	Para explicar a circulação andei a passear com uns carrinhos e baldes para dizer como entrava o O <sub>2</sub> e sai o CO <sub>2</sub> . Coma cenouras e depois cresce o cabelo, fica a rama da cenoura (assimilação).
R4	

R5	<p>Utilizo muito a telenovela.</p> <p>O burro meteu-se num terreno cheio de água enterrou-se até à barriga, os homens puxavam para cima, ele enterrava o rabo (e vice-versa) para comparar terreno de aluvião. Para a fotossíntese faço teatro com imagem do cordão policial e a multidão.</p> <p>Imagem de cordão policial e de multidões. Como é que se segura melhor a multidão? Os polícias unidos ou não? Isto simboliza a libertação de energia.</p>
R6	<p>Convém dar de facto um exemplo do quotidiano, terra-a-terra.</p>
R7	<p>Um prédio em crescimento se meter qualquer coisa dentro do cimento não se transforma em cimento e no organismo o alimento transforma-se.</p>
R8	<p>Estávamos a ver uma árvore genealógica e aparecia um caso de dois pais com olhos azuis e o filho com olhos castanhos. “Ah, é filho do padeiro” mas perceberam perfeitamente o que era mutação.</p> <p>A propósito do aparelho circulatório uso muito a rede viária ou do rio e dos afluentes.</p>

Quadro B-15

Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	<p>Um modelo terra-a-terra. Ficam aflitos, arranjo uma metáfora, passo a informação e depois recuo logo.</p>
R2	
R3	<p>Não explorei fiz só a comparação.</p>

R4	<p>Chegam às coisas por eles próprios.</p>
R5	<p>Temos sempre um dicionário. Falo na linguagem científica com um dicionário ao lado.</p> <p>Não recuso o que eles dizem, ouço primeiro e falo depois.</p> <p>Tudo o que faço em palhaçada faço depois a síntese no quadro nesse dia ou no outro a seguir como revisão.</p> <p>Tiram-se as dúvidas.</p> <p>Ponho toda a gente a falar.</p> <p>Faço sempre depois a síntese no quadro, senão for nesse dia é no outro a seguir, como revisão.</p> <p>É óptimo que eles digam erros porque entretanto vou corrigindo.</p>
R6	
R7	<p>Tento que expliquem por palavras deles o resultado ou como é que eles transpõem da metáfora para a realidade.</p> <p>Que eles arranjem outros exemplos que também sejam paralelos</p> <p>Eles próprios produzem as suas metáforas.</p>
R8	<p>Chamo a atenção e depois tento usar modelos para completar logo como mapas, esquemas.</p> <p>Tento usar modelos para completar logo.</p> <p>Uso a metáfora mas não a deixo alongar muito. Não gosto nada disso.</p>

Quadro B-16

Problemas Referidos pelos Professores de Biologia/Geologia Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva

R1	<p>Uma pessoa começa a conseguir a capacidade de abstracção do 8º ano para a frente aí aos 14, 16, 17 anos.</p>
----	---

R2	<p>Depende da idade (dos alunos) se conseguem distinguir a realidade de LM. Os mais novos talvez tenham dificuldade em fazer essa distinção, os mais velhos não.</p> <p>Corro o risco de perguntar o que é a hemoglobina e me dizerem que é a Tancinha (personagem) da telenovela.</p>
R3	<p>Há dificuldade cognitiva porque não têm preparação básica para estas coisas.</p> <p>É fácil para fixar, acham piada mas depois não são capazes de criar.</p>
R4	<p>O meu problema é a falta de tempo para dar matéria.</p>
R5	<p>Eles (alunos) não percebem nem o Português normal. Baralham os conceitos porque não sabem o significado próprio em Português. Utilizam-na toda ao contrário com boa vontade de decorarem.</p> <p>Os pais não queriam histórias nas aulas.</p>
R6	<p>Penso que tira rigor científico, sem dúvida nenhuma.</p>
R7	<p>Talvez um ou dois alunos (por turma) não conseguem distinguir realidade de LM.</p>
R8	<p>Nos pontos às vezes vem escrito (a metáfora) em vez do conceito. Numa turma há sempre cinco que no teste vão pôr a metáfora como resposta.</p> <p>Temos tendência para nos exceder e perde-se aquilo que se pretende.</p>

Quadro B-17

Formação de Professores de Biologia/Geologia em Linguagem Metafórica

R1	<p>Os professores de letras é que se ralam com essas coisas.</p>
----	--

R2	
R3	Eu cá nunca tive formação nisto.
R4	Nem nunca tinha ouvido falar em linguagem nas ciências. Só no vocabulário.
R5	
R6	
R7	Nunca. (tive formação)
R8	

### **Entrevista Colectiva a Professores de Física/Química *Sem* Formação Inicial em Linguagem Metafórica**

#### *2ª Etapa da análise*

#### **Quadro B-18**

#### Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	<p>Eu penso que ...</p> <p>Às vezes nos modelos utilizo mas não me estou a lembrar de nenhum caso específico.</p> <p>Naturalmente que devo utilizar, mas concretamente...</p> <p>Acontecem as duas coisas (utilização programada e espontânea).</p> <p>Aprendi nos manuais e livros - achei muito giro a história do grão de areia e da mosca no estádio de futebol.</p> <p>Algumas vezes são programadas, outras vezes surgem espontaneamente.</p>
----	---

R2	<p>Neste momento não tenho a certeza absoluta. Penso que utilizo.</p> <p>Eu utilizo com frequência.</p> <p>Comigo sai mais espontaneamente.</p> <p>Não (uso) metáforas no sentido literário mas um sistema analógico de transmitir uma ideia.</p> <p>Achei na altura quando era miúdo que aquilo era muito útil.</p> <p>Aprendi umas coisas com aquilo (ficaram gravadas).</p> <p>Sai espontaneamente.</p>
R3	<p>Isso depende de tanta coisa.</p> <p>Acho que é útil.</p>
R4	<p>Não estou a ver agora ...</p> <p>Utilizamos sim ...</p> <p>Eu acho que ajuda bastante.</p> <p>Continuo a pensar que ajuda bastante.</p> <p>Em qualquer dos casos dá-me ideia que é sempre útil.</p> <p>É mais natural sair espontaneamente.</p>
R5	<p>À primeira vista parece que não, mas depois pensando melhor utiliza-se.</p> <p>Ajuda bastante.</p>
R6	<p>A LM que eu sinto que posso utilizar é no quadro pessoal.</p> <p>É quase indivíduo a indivíduo e não para a sala inteira.</p>

Quadro B-19

Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva dos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	<p>Quando os conteúdos são mais difíceis de ver na prática.  Modelos abstractos é muito complexo.  Quando os conceitos são mais abstractos e mais difíceis de transmitir.  Ajuda a compreender ou a fixar.  Para se explicar a teoria que se usa a metáfora.  Utilizo a metáfora por causa do dia-a-dia.  Quando os modelos são difíceis ou extremamente abstractos então vou arranjar uma coisa mais ou menos prática que eles conhecem do dia-a-dia em que os efeitos sejam semelhantes aos que eles estão a comprovar em Física. Dá-se o aspectos de metáfora que é compreensível.  Já estou a ver fumo... estão a pensar muito (desanuviamiento do clima).  Uso a metáfora como intermediário para ver se o modelo está de acordo com os efeitos.  Vêm na prática através do voltímetro e do amperímetro e perguntam "mas por que é que esta aparece?". Nós nem vemos, nem os podemos pôr a ver as partículas nem a estrutura da matéria, aí é que vamos utilizar a metáfora.</p>
R2	<p>(Para controlar a disciplina) "Estamos na praça ou quê?".  Útil para uma mais fácil aprendizagem.</p>
R3	<p>Para modelos ou para perceberem alguns conceitos.  Para explicar, para a repetição.  Utilizo a metáfora por causa do dia-a-dia.</p>
R4	<p>Há muitas imagens que de facto tornam mais compreensivos os fenómenos que eles, através de experiências, já viram.</p>
R5	<p>Para termos difíceis.  É corrente para mim (usar metáforas para) controlo da disciplina.</p>



R6

Era isso que estava a pensar (para controlar a disciplina).  
 Pode dar resultado com conceitos abstractos mas na Física não me “cheira” que isso tenha grande futuro.  
 Sempre que a gente consegue arranjar uma metáfora muito paralela com a realidade é extraordinariamente importante, pois dá uma ideia quase correcta do fenómeno.

Quadro B-20

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Alunos na Opinião dos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1

Eu acho que sim que tem (aceitabilidade).  
 Os do 8º e 9º anos.  
 Acho que eles dizem “Ah, é isso ...”  
 Acho que utilizam aspectos da banda desenhada e da telenovela, mas isso é mais nas crianças mais pequenas do que nas outras maiores.

R2

Quando chegamos a pôr as cartas na mesa, tiramos as conclusões que eles não ultrapassam mentalmente o concreto.  
 A vida das crianças é muito activa, muito directa, não dá para poesias, não dá para filosofias.  
 Quando querem explicar coisas, explicam por palavras deles raramente fazem comparações.  
 Parece incrível mas o meu filho de 7 anos é o que anda mais próximo das explicações expressas em comparações. Acho mais normal nas crianças pequenas.  
 Acho mais usual nas crianças pequenas (fazer comparações), perguntam “Afinal o que é que isto tem a ver com isto?”.

R3	Às vezes há uma certa resposta do estilo “Afinal o que é que isto tem a ver com isto?” (principalmente no 8º ano).
R4	Eu acho que nas comparações há sempre um problema que nos assiste que eles não conseguem ultrapassar (o concreto). Outros dizem “Espere aí, agora compreendemos”.
R5	Mas a nível do 9º ano do complementar acho que eles ultrapassam. Funciona melhor nos grandes.
R6	Não se pode dizer que tenha grande aceitabilidade nas crianças. Nos mais velhos já tem mais aceitação. Têm mais poder de abstracção. Os do 8º ano têm mais dificuldade de abstracção. (Funciona melhor) nos alunos do complementar.

Quadro B-21

Trabalho Realizado na Sala de Aula pelos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1

A mosca no estádio de futebol, para as dimensões.

Para o movimento comparando-o com as searas de trigo.

Nos condutores e na condução de energia eléctrica aparece a comparação com a ondulação da seara quando passa a brisa.

Quando se fala na resistência eléctrica comparando com uma estrada cheia de carros e há uma pessoa que quer atravessar.

Explicação hábitos cristalinos e amorfos das substâncias comparando com a organização dos indivíduos no exército ou numa multidão. É uma metáfora muito importante porque é muito paralela com a realidade.

Há um exemplo muito elucidativo das metáforas na Física que é a explicação dos hábitos cristalinos e amorfos das substâncias, comparando com a organização dos indivíduos no exército ou numa multidão. Ao mesmo tempo explica as propriedades direccionais. É uma metáfora extraordinariamente importante porque é muito paralela com a realidade.

Para o conceito de entropia, o caos e as pessoas que entram (numa sala vazia) não se sentam todas ordenadamente.

Como nós não vemos nem podemos pô-los a ver as partículas nem a estrutura da matéria usamos metáfora como um modelo.

Utilizo a metáfora por causa do caos e da entropia.

Sempre que a gente consegue arranjar uma metáfora muito paralela à realidade é extraordinário (importante pois dá uma ideia correcta do fenómeno).

R2	Fiz o planeamento de uma aula sobre gráfico de movimentos para mostrar a diferença entre gráfico induzido e gráfico por pontos, fiz uma comparação com o traçado da circunferência e de elipse por pontos e pelo método do jardineiro.
R3	Bola de bilhar e campo de futebol para dar ideia de dimensão da partícula. Para o conceito de entropia e o caos numa sala vazia onde as pessoas se vão sentando.
R4	Damos a ideia de resistência. Quando a temperatura aumenta num receptor, e como uma estrada. Imaginem numa estrada 4 indivíduos parados com espaços e há 2 que querem correr entre essas pessoas, onde é mais difícil passarem?
R5	Estou-me a lembrar. A gente utiliza isso muito na entropia.
R6	

Quadro B-22

Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica

R1	Dá-se a metáfora, passa-se ao modelo e depois passa-se para o plano da realidade, nos efeitos. Vou arranjar uma coisa prática que eles conhecem e cujos efeitos sejam semelhantes.
R2	Uso para demonstrar coisas mas às vezes são tão metafóricas que depois lhes tenho que dizer terra-a-terra o que se passa.

R3
R4 Tem que se ter cuidado onde é que se há-de pegar na metáfora.
R5
R6

Quadro B-23

Problemas Referidos pelos Professores de Física/Química Sem Formação Inicial em Linguagem Metafórica ao Utilizarem a Metáfora e/ou a Analogia na Prática Lectiva

R1	Foi a primeira vez (que ouvi falar de problemas relacionados com LM).
R2	Os miúdos têm menor idade mental que a idade física e isso consequentemente arrasta o facto de não serem tão facilmente acessíveis às coisas abstractas. Foi a primeira vez (que ouvi falar de problemas relacionados com LM). Eles não ultrapassaram mentalmente aquilo do concreto no 8º ano e no 9º ano e complementar penso que ultrapassam.
R3	(os alunos) ficam agarrados à repetição quando não compreendem, quando não conseguem pôr por palavras deles.

R4	<p>Não (ouvi falar) em termos metafóricos mas há livros e manuais que as utilizam.</p> <p>Quando dei o exemplo dos átomos agarrei um modelo e pintei as partículas e eles não conseguiram ultrapassar aquilo que viram.</p> <p>Por exemplo, na resposta a uma pergunta de um teste, um miúdo respondeu-me que uma substância elementar é considerada como uma peça que se encaixa noutra.</p>
R5	<p>Depois não generalizam o suficiente e ficam sempre com um erro de interpretação resultante do exemplo concreto.</p>
R6	<p>Usam-nas sempre deturpadas.</p> <p>É sempre relativo a um quadro pessoal. Só eles entendem o que querem.</p>

Quadro B-24

Formação de Professores de Física/Química em Linguagem Metafórica

R1	<p>Foi a primeira vez (que ouvi falar de problemas relacionados com a linguagem).</p>
R2	<p>Em termos metafóricos não (ouvi falar da LM).</p>
R3	
R4	<p>Aprendi nos manuais e livros. Achei muito giro a história do grão de areia e da mosca no estádio de futebol.</p>
R5	
R6	

## Entrevistas a Professores *Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica*

Quadro B-25

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>Penso que é realmente muito bom, muito bom integrar sempre a LM na prática lectiva.</p> <p>Acho que há pessoas (...) sejam mais aptas para utilizar LM e há pessoas que mesmo que queiram, não conseguem utilizar ou quando o fazem não resulta, enquanto outras pessoas conseguem explorar LM muito bem (... ). Talvez devido à maneira de encarar a realidade (... ) o ensino, a maneira de uma pessoa se sentir professor.</p> <p>Nas fichas de trabalho, informativas, etc.</p>	<p>No 8º e 9º anos também utilizo mas como os conteúdos são tão precisos (...) acho que não (utilizo) frequentemente.</p>

Quadro B-26

Utilização Espontânea ou Programada da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>No discurso (...) quando é necessário (...) espontaneamente, surge naturalmente.</p> <p>As pessoas utilizam mesmo inconscientemente a LM, vão melhorando...</p>	<p>Utilizo quando vejo que é preciso.</p>

Quadro B-27

Utilização da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica e o Nível Etário dos Alunos

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>A nível do 7º ano tem mesmo que se utilizar a LM, porque os conceitos são muito complexos e abstractos para eles. No 9º ano também utilizo LM, quando calha para fazer comparações simples e aqui não tem nada a ver com complexidade.</p>	<p>No 7º ano utilizo muito e também no 8º e no 9º anos, mas acho que nestes anos não utilizo tão frequentemente.</p>



Quadro B-28

Objectivos da Utilização da Metáfora e/ou da Analogia na Prática Lectiva pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>Há coisas que eles (alunos) costumam a interpretar e através de modelos e metáforas, conseguimos levá-los a entender os casos.</p> <p>É sempre desejável que se vá acompanhando com exemplos do dia-a-dia que eles conhecem. É a ligação ao real, com a família, a própria casa, a comunidade.</p> <p>Acho que ajudam a fazer muitas ligações com a realidade.</p>	<p>Para explicar qualquer coisa temos que recorrer e utilizar (a metáfora).</p> <p>Para melhor compreensão de uma coisa que eles não entendem.</p> <p>Ligar à explicação de conceitos para eles aprenderem melhor.</p> <p>Comparo com o dia-a-dia, nas coisas mais específicas, não necessariamente mais complexas.</p> <p>Quando comparamos qualquer coisa abstracta com um exemplo comum eles percebem quase logo.</p> <p>Utilizo nos conceitos difíceis.</p> <p>Uso sempre em conceitos concretos, mas específicos, complicados de visualizar.</p>

Quadro B-29

Metáfora, Analogia e o Trabalho Realizado na Sala de Aula pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>Exemplificação em relação às dimensões em Geologia. Quando nós falamos na falha de Santo André, temos de tentar arranjar maneira, através de LM, fazer um tipo de escala. A comparação foi (...) com o mapa de Portugal (...) que eles já estudaram intensamente e então a partir dali perceberam as dimensões reais.</p> <p>No início do ano com o sistema solar (...) eles fazem modelos (...) com dimensões relativas, com distâncias, etc. Eles próprios é que fizeram os modelos.</p> <p>Utilizamos a LM porque o programa de Geologia é muito difícil para eles.</p> <p>No quadro fazendo desenhos, esquemas, etc.</p> <p>(Utilizo) em relação à matéria que se dá. É mais utilizada a nível das estratégias (...) por vezes na ligação das metáforas a modelos científicos.</p>	<p>Um aluno não consegue visualizar os capilares (nos alvéolos pulmonares)... (utilizo) uma bola dentro de um cesto de basquete, fechado em baixo. Dá para explicar coisas simples. No sistema respiratório e circulatório tenho utilizado bastante LM. São coisas concretas. No 8º ano em que o programa tem coisas muito grandes, como populações e ecossistemas não dá (...) eu pelo menos não encontro. Para o sistema solar e os átomos acho que está feliz a comparação.</p> <p>Eles não compreenderiam as grandes dimensões e distâncias, sem ser através de LM. Na formação da Terra, eles vão catalogar todos os acontecimentos dessa formação até aos nossos dias (...) Têm a noção que o início da formação da Terra corresponde a Janeiro e a maior parte dos acontecimentos importantes se deram só em Dezembro.</p>

Quadro B-30

Exploração Didáctica da Metáfora e/ou da Analogia pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>Depois de apresentar as metáforas posso querer que eles me expliquem a maneira como tudo se interliga ou perguntar-lhes se será realmente aquilo que representa o que queremos dizer ou ainda pedir-lhes a eles para serem eles próprios a fazerem comparações. Sim (eles próprios darem exemplos através de metáforas) mas a utilização de LM está sempre mais centrada em mim (professora).</p> <p>Isso (as limitações) é uma preocupação que tem sempre que estar presente. Tenho sempre (...) de ter muito cuidado com isso, porque os miúdos têm sempre tendência a considerar o modelo com a realidade. É preciso fazê-los ver que não é o que se passa.</p>	<p>Não acontece muitas vezes (pedir aos alunos para eles darem exemplos através de LM). Só lhes pergunto quando não percebo bem o que eles dizem (...) O tempo nunca dá para nada (...) As turmas são muito grandes.</p> <p>Vou explorando até eles perceberem (...) através do diálogo.</p> <p>As turmas são tão grandes que não dá para explorar o que se devia explorar.</p> <p>A nível do 7º ano, faço fichas. A nível do 9º ano, é só através do diálogo (que exploro a metáfora).</p>

Quadro B-31

Atitude dos Alunos Segundo a Opinião dos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
Eles (alunos) reagem bem. Sempre melhor que se estivéssemos só a expor, claro que reagem muito melhor se nós tentarmos dar um pouco mais de vivacidade. Interessam-se mais.	Sim (os alunos reagem bem). Eles recebem bem a LM na medida em que percebem mais facilmente. É, por vezes, difícil dizer o que é reagir bem e o que é indisciplina. Eles percebem, depois querem verificar se é assim e (...) começam a falar ao mesmo tempo (...) não dá para controlar (...). Eu tenho de travar e eles poderiam fazer o que teriam de fazer que era chegar às coisas. É tudo muito bonito mas as turmas deviam ser mais pequenas.

Quadro B-32

Problemas Detectados pelos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
Este ano é mais difícil.  Com o mesmo tipo de formação há pessoas que optam por utilizar LM e outros não por não se sentirem à vontade.	Sim, quando utilizo LM começa a haver muito barulho.  É uma grande frustração (...) o que nós aprendemos é quase o ideal e depois chegamos à situação real e é tudo tão diferente. A determinada altura deixamos de fazer as coisas.  Este ano sou eu sozinha.

Quadro B-33

Influência dos Manuais Escolares na Escolha das Metáforas e/ou Analogias Utilizadas na Prática Lectiva dos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
<p>Os manuais não me influenciam.</p> <p>As metáforas que utilizo provêm (...) um pouco de mim, da minha cultura geral.</p>	<p>Ao princípio tinha acetatos com esquemas parecidos aos dos manuais e eram mostrados sem o livro à frente.</p> <p>(Agora) tenho que utilizar outras técnicas.</p>

Quadro B-34

Impacto da Formação Inicial na Prática Lectiva dos Professores Com Formação Inicial em Linguagem Metafórica

Entrevista nº1	Entrevista nº2
Quando estávamos no estágio tínhamos que arranjar estratégias variadas (...) arranjar modelos para dar determinado tipo de conceitos e, claro que, aí tínhamos mesmo que introduzir a LM nas aulas.	Acho que foi importante (...) fui alertada para uma série de situações. Foi na Didáctica que me apercebi dos problemas da prática lectiva, mas acho que muitas das coisas que nós aprendemos acabam por se perder (...).
A linguagem científica (...) especial dentro da Didáctica, falámos em termos filosóficos e pedagógicos. Acho que foi importante.	Sim, no ano de estágio utilizei LM porque nós fazíamos sempre experiências, mas com ajuda dos colegas.
Sim, tem bastante importância na formação, na prática pedagógica. Houve coisas que me despertaram mais a atenção desde aquela altura em que os problemas foram abordados. Penso que foi importante. A minha prática diária tem muito a ver com aquilo que me chegou da Didáctica da Biologia.	Com a orientadora do estágio (...) a LM não surgiu propositadamente (...) ia surgindo...  (Na Didáctica) a exploração das limitações e potencialidades da LM era trabalhada relativamente aos modelos. Tenho sempre o cuidado de dizer que é um modelo, que não é a realidade.
A minha orientadora aqui na escola (...) tinha sempre a preocupação em que se utilizasse correcta e acessivelmente (...) Adorava que nós utilizássemos LM... Fazíamos sempre reuniões após as aulas (...) tínhamos sempre de as analisar quando acontecia LM, como tinha sido a sua utilização (...) se tinham dados os resultados esperados, como os alunos tinham reagido, etc.	Acho que se não tivesse tido formação inicial em LM não estava consciente dos problemas da utilização da LM. No entanto, acho que acabou por ser insuficiente. Acho que as coisas deveriam ser dadas mais vezes em doses mais pequenas.
Acho importante que as pessoas sejam alertadas para a exploração de LM.	

## ANEXO C

### A METÁFORA, A ANALOGIA E O ENSINO

#### Tratamento dos Dados

#### A METAFORA, A ANALOGIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

#### Questionário a Professores Universitários que Tinham a seu Cargo a Disciplina de Didáctica/Methodologia dos Cursos de Formação Inicial dos Professores de Ciências

Quadro C-1

Frequência e Percentagem da Utilização da Linguagem Metafórica pelos Professores Universitários

	Sim	Não	Total
f	8	17	25
%	32.0	68.0	100.0

Quadro C-2

Frequências e Percentagens da Utilização da Linguagem Metafórica por Tipo de Universidade

		Sim	Não	Total
Açores	f	-	1	1
	%	-	4.0	4.0
Aveiro	f	1	2	3
	%	4.0	8.0	12.0
Braga	f	2	-	2
	%	8.0	-	8.0
Évora	f	1	1	2
	%	4.0	4.0	8.0
Coimbra	f	-	4	4

	%	-	16.0	16.0
Lisboa	f	1	5	6
	%	4.0	20.0	24.0
Porto	f	3	2	5
	%	12.0	8.0	20.0
Vila Real	f	-	2	2
	%	-	8.0	8.0
Total	f	8	17	25
	%	32.0	68.0	100.0

Quadro C-3

Frequências e Percentagens dos Questionários Enviados e Recebidos dos Professores Universitários

		Enviados	Recebidos	Quebra
Açores	f	1	1	0
	%	100.0	100.0	0
Aveiro	f	4	3	1
	%	100.0	75.0	25.0
Braga	f	2	2	0
	%	100.0	100.0	0
Évora	f	2	2	0
	%	100.0	100.0	0
Coimbra	f	5	4	1
	%	100.0	80.0	20.0
Lisboa	f	7	6	1
	%	100.0	85.7	14.3
Porto	f	6	5	1
	%	100.0	83.3	16.7
Vila Real	f	2	2	0
	%	100.0	100.0	0
Total	f	29	25	4
	%	100.0	86.2	13.8



Quadro C-4

Frequências e Percentagens de Respostas dos Professores Universitários por Tipos de Universidades

	U. Clássicas		U. Novas		Total	
	f	%	f	%	f	%
Sim	4	16.0	4	16.0	8	32.0
Não	11	44.0	6	24.0	17	68.0
Total	15	60.0	10	40.0	25	100.0

Quadro C-5

Frequências e Percentagens de Quebras de Respostas dos Professores Universitários por Tipos de Universidades

	U. Clássicas		U. Novas		Total	
	f	%	f	%	f	%
Não Responde	3	10.3	1	3.4	4	13.7
Total Enviados	18	62.0	11	38.0	29	100.0

Quadro C-6

Frequências e Percentagens de Respostas dos Professores Universitários por Áreas Disciplinares

	Biologia		Geologia		Física		Química		Outras	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Sim	4	16.0	-	-	1	4.0	3	12.0	-	-
Não	5	20.0	2	8.0	4	16.0	5	20.0	1	4.0
Total	9	36.0	2	8.0	5	20.0	8	32.0	1	4.0

N=25

Quadro C-7

Frequências e Percentagens de Quebras de Respostas dos Professores Universitários por Áreas Disciplinares

	Biologia		Geologia		Física		Química		Outras	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Não Res.	1	3.4	1	3.4	1	3.4	1	3.4	-	-
Envia dos	10	34.5	3	10.3	6	20.6	9	31.0	1	3.4

N=29

Quadro C-8

Razões da Não Utilização da Linguagem Metafórica pelos Professores Universitários nas Disciplinas em que são Responsáveis

Organização/Gestão	Formação
(a LM) Não está incluída nos critérios estabelecidos para a definição de conteúdos.	Não estou desperto para o problema.
O assunto não é prioritário em relação a outros conteúdos do domínio científico.	Desconhecimento de mim próprio, em relação a este conteúdo.
A LM é sobretudo pertinente no 1º, 2º e 3º ciclos Ensino Básico.	Não conheço o conteúdo.
Os alunos provêm de vários campos do saber.	Tenho pouca bibliografia.
Não faz parte dos programas.	Não ser considerada (a LM) na área científica.
Reduzido nº de tempos lectivos, o que leva a seleccionar outros tópicos mais genéricos.	Na psicologia educacional é que este tema se tem imposto.
	Não é tratado.

Quadro C-9

Frequências e Percentagens das Respostas Justificativas das Razões da Não Utilização da Linguagem Metafórica pelos Professores Universitários nas Disciplinas que são Responsáveis

	Organização e gestão		Formação:		Não responde	
	f	%	f	%	f	%
Total	9	52.9	10	58.8	3	17.6

N=17

Quadro C-10

Razões de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis

Produtos Científicos	Desenvolvimento Capacidades/Atitudes	Futuro trabalho profissional
<p>(Utilizo) a LM na problemática dos modelos científicos.</p> <p>Recorro à LM para ilustrar situações de exemplo, não exemplo e pseudo-exemplo que possibilitem a melhor compreensão do conceito.</p> <p>Uma das origens das concepções alternativas dos alunos na área científica.</p> <p>Melhor compreensão de conceitos e fenômenos.</p>	<p>Estudo do modelo analógico com critérios fundados no desenvolvimento e na socialização dos alunos.</p> <p>Promoção de mudança conceptual (metodologia e de crenças).</p> <p>Encerra poder criativo e motivador.</p>	<p>Não é previsível que os alunos futuros professores organizem mais tarde o seu ensino de modo adequado, se não forem sensibilizados na formação inicial.</p> <p>Os professores recorrem a LM de forma intuitiva, levando a poucos resultados e/ou a confusão, não sabendo os perigos.</p> <p>Construção de modelos de ensino centrados na linguagem escrita.</p> <p>Papel (da LM) no ensino das Ciências.</p>

Quadro C-11

Frequências e Percentagens das Respostas Justificativas das Razões de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis

	Produtos Científicos	Desenvolvimento Capacidades/Atitudes	Futuro trabalho profissional
f	5	2	3
%	62,5%	25,0%	37,5%

N=8

Quadro C-12

Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis

Como Conteúdo de Ensino	Como Estratégia de Ensino
Implicações educativas do uso de LM com alunos que ainda não são capazes de detectar múltiplo sentido da linguagem.	Analogia evolução histórica dos conceitos científicos e os mesmos conceitos nos alunos. Papel analógico na formação/alteração concepções alternativas.
Apresentação de modelos analógicos e utilização da LM. Identificação LM como modelo analógico. Video-formação. Discussão, avaliação dos modelos analógicos.	A LM como organizador prévio e na utilização de modelos científicos.
Perigos de utilização e forma de os minimizar/eliminar. Abordagem teórica e teórica-prática na planificação e simulação da situação de ensino/aprendizagem.	Discussão oral e experimental de situações exemplo, não exemplo e pseudo-exemplo, em relação a diferentes conceitos.
Discussão a propósito do uso da LM.	Construção de materiais diversos como facilitadores de transmissão do conhecimento.
Análise da pertinência, do grau de elaboração e dos limites (da LM).	Levantamento de metáforas utilizadas pelos cientistas e construção de modelos.
	Levantamento de LM existente nos manuais.
	Articulação com outras áreas tendentes a explorar e testar linhas estratégicas que conduzam à possibilidade de realização de objectivos.

Quadro C-13

Frequências e Percentagens de Respostas Justificativas das Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis

	Como Conteúdo de Ensino	Como Estratégia de Ensino
f	5	5
%	62,5%	62,5%

N=8

Quadro C-14

Razões e Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica nas Disciplinas em que os Professores Universitários são Responsáveis

Respondente	Produto Científico	Desenv. Capacidades/ atitudes	Futuro Trabalho Profissional	Conteúdo de Ensino	Estratégia de Ensino
nº2			Construção de modelos de ensino/aprendizagem	Discussão de exemplos dos ME's analisando grau de pertinência, elaboração e limites.	
nº8	Modelos analógicos. modelos científicos	Adequação ao desenvolvimento tecnológico e social		Modelos analógicos, Discussão, identificação, avaliação e exploração	
nº10	Aborda no ensino/aprendizagem da Ciência				Evolução histórica dos conceitos. Papel das analogias nas concepções alternativas

nº11	Mudança conceptual	Poder criativo e motivador	Planificação do ensino/aprendizagem	Limitações do uso da LM e formas de as minimizar. simulação, Abordagens teórica e teórica-prática.	Utilizada como organizador prévio e nos modelos científicos
nº17	Análise conceitos. Ilustrar selecção de exemplos e pseudo exemplos				Discussão oral e experimental. Exemplos e conceitos
nº18	Modelos científicos usados pelos cientistas				Construção de materiais para transmissão de conhecimento os depois do levantamento das metáforas usadas pelos cientistas
nº19	Integrado nas concepções alternativas				
nº20	Compreensão de conceitos e fenómenos				Explorar e testar linhas estratégicas que permitam a realização de objectivos

Quadro C-15

Frequências e Percentagens da Utilização da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários

	2º,3ºCic+ Sec	2º Ciclo	3º Ciclo + Sec	Não Resp.	Total
f	2	0	3	3	8
%	25.0	0	37.5	37.5	100.0

Quadro C-16

Frequências e Percentagens das Expectativas do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários

	2º Ciclo		3º Ciclo		Secundário	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
f	19	2	20	2	18	4
%	76.0	8.0	80.0	8.0	72.0	16.0

Não responderam a nenhum dos itens N= 2 - 8%

Total- N=25

Quadro C-17

Frequências e Percentagens das Expectativas sobre os Objectivos do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários

	2º Ciclo		3º Ciclo		Secundário		Não Responde	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Organiza dor Prévio	8	32.0	10	40.0	10	40.0	3	12.0
Desanuv iamento	7	28.0	8	32.0	7	28.0	3	12.0
Mais atraente	15	60.0	16	64.0	12	48.0	3	12.0
Aval.Dia gnóstica	3	12.0	3	12.0	2	8.0	3	12.0
Aval.For mativa	4	16.0	5	20.0	6	24.0	3	12.0

N=25

Outras respostas:

- Favorecer a interacção didáctica;
- Tornar mais simples e compreensível a informação;
- Transformar em mais significativa a aprendizagem;
- Concretizar conceitos ou processos científicos;
- Funcionar como “muletas” facilitadoras da aprendizagem;
- Usar sem análise crítica (N = 2).

Quadro C-18

Frequências e Percentagens da Utilização de Linguagem Metafórica e Expectativas do Uso da Linguagem Metafórica por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários

	2º Ciclo				3º Ciclo				Secundário				
	Sim		Não		Sim		Não		Sim		Não		
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	Tot al
Sim	7	87. 5	1	12. 5	8	100	-	-	7	87. 5	-	-	N= 8
N.R	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12. 5	-	-	
Sim	12	70. 6	1		15	88. 2	1	5.9	11	64. 7	2	11. 8	N= 17
N.R	4	23. 5	-	-	1	5.9	-	-	4	23. 5	-	-	



Quadro C-19

Frequências e Percentagens das Razões da Não Utilização da Linguagem Metafórica, Expectativas do Uso por Níveis de Ensino e Respectivos Objectivos de Utilização Segundo a Opinião dos Professores Universitários

		GESTÃO		Formação		OUTROS		N.R.	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Organizador	2º Ciclo	1	5.9	1	5.9	1	5.9	14	
	3º Ciclo	1	5.9	1	5.9	2	11.8	13	
Prévio	Ensino Sec.	1	5.9	1	5.9	2	11.8	13	76.5
	2º Ciclo	1	5.9	2	11.8	2	11.8	12	
Desanuvia- mento	3º Ciclo	1	5.9	2	11.8	3	17.6	11	64.7
	Ensino Sec.	2	11.8	-	-	4	23.5	11	
Mais atraente e motivador	2º Ciclo	2	11.8	2	11.8	5	29.4	8	
	3º Ciclo	1	5.9	2	11.8	7	41.2	7	41.2
Avaliação diagnóstic a	Ensino Sec.	-	-	1	5.9	6	35.3	10	
	2º Ciclo	1	5.9	-	-	1	5.9	15	
Avaliação formativa	3º Ciclo	1	5.9	-	-	2	11.8	14	82.3
	Ensino Sec.	-	-	-	-	2	11.8	15	88.2
	2º Ciclo	1	5.9	-	-	2	11.8	14	82.3
	3º Ciclo	1	5.9	-	-	2	11.8	14	
	Ensino Sec.	1	5.9	-	-	2	11.8	14	82.3

Quadro C-20

Frequências e Percentagens das Formas de Trabalhar a Linguagem Metafórica e das Expectativas do seu Uso por Níveis de Ensino Segundo a Opinião dos Professores Universitários

Item 3.2 Item 5		TÓPICO CURRICULAR		ESTRATÉGIA DE ENSINO		N.R.	
		f	%	f	%	f	%
Organizador Prévio	2º Ciclo	1	12.5	2	25	6	75
	3º Ciclo	3	37.5	2	25	3	37.5
	Ensino Sec.	3	37.5	3	25	2	25
Desanuviamen- to	2º Ciclo	1	12.5	1	12.5	6	75
	3º Ciclo	2	25	-	-	6	75
	Ensino Sec.	2	25	-	-	6	75
Mais atraente e motivador	2º Ciclo	3	37.5	2	25	3	37.5
	3º Ciclo	3	37.5	3	37.5	2	25
	Ensino Sec.	3	37.5	2	25	3	37.5
Avaliação diagnóstica	2º Ciclo	1	12.5	-	-	7	87.5
	3º Ciclo	-	-	-	-	8	100
	Ensino Sec.	-	-	-	-	8	100
Avaliação formativa	2º Ciclo	-	-	-	-	8	100
	3º Ciclo	-	-	1	12.5	7	87.5
	Ensino Sec.	-	-	1	12.5	7	87.5

N=8

## Formação de Professores na Disciplina de Didáctica

### Tratamento de Dados

#### Entrevista a dois Professores Universitários que Trabalhavam a Linguagem Metafórica nas suas Aulas de Metodologia/Didáctica nos Cursos de Formação Inicial de Professores de Ciências

Quadro C-21

#### Motivações Pessoais para Trabalhar a Linguagem Metafórica dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica

Entrevista nº 1	Entrevista nº 2
<p>Vem do meu interesse inicial que eu tive sobre Filosofia e Epistemologia da Ciência, em particular da Biologia. Interesse-me sempre por ler a história de cada criador.</p> <p>A formação começou como uma questão epistemológica que está relacionada com os mecanismos de construção do saber. Tinha presente todos estes diferentes mundos (...) a História da Ciência, (...) da Psicologia da Criatividade, da criação científica e do que eu sabia trabalhando com os meus alunos e do que eu tinha como experiência como professor estagiário, trabalhando com um professor que recorria muito a analogias. Também já tinha observado o modelo de um professor experiente.</p> <p>Eu tinha vindo de Génève e tinha estado precisamente à volta deste assunto num seminário anual.</p> <p>Num dos projectos iniciais com Giordan eu, tinha-lhe apresentado o interesse de precisamente trabalhar com modelos, metáforas e analogias.</p> <p>O ano passado e há dois anos o seminário foi sobre o papel das metáforas no pensamento criador.</p> <p>Há algo que ajuda o momento de criação, que é a busca de imagens, de metáforas.</p>	<p>Da experiência como professor do secundário onde utilizava muito este tipo de linguagem porque é uma maneira fácil de chegar aos alunos e de conseguir resultados importantes. Foi baseado nesta experiência pessoal que me motivou para introduzir este conteúdo nas minhas aulas. Não li nada sobre isso.</p> <p>Nunca estudei, é um saber empírico baseado no resultado que deu comigo. Nunca teorizei (...) sistematizei, sinceramente eu nunca o fiz.</p>

Quadro C-22

Metáfora e Analogia e o Trabalho Realizado pelos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica

Entrevista nº 1	Entrevista nº 2
<p>Os meus alunos da formação inicial vêem (a função da metáfora) observando o comportamento dos alunos na resolução de problemas. Eles estavam a desenvolver um projecto (...) Estavam a estudar o comportamento dos alunos na resolução de problemas, mas tendo por base uma temática (de Biologia).</p> <p>No comportamento da resolução de problemas estão em jogo estratégias e representações e começaram a ver que os futuros alunos usavam analogias e metáforas.</p> <p>Nas aulas sobre História e Filosofia, de Ciência do Conhecimento (...) vai-se explorando (...) os modelos dos cientistas (...) também modelos que eles possam utilizar no ensino dos fenómenos (...) exploraram também o aspecto das simulações.</p> <p>As metáforas formam uma franja, fazem parte de um eixo maior dos projectos.</p> <p>Trabalhar a História da Ciência através dos modelos que os cientistas foram construindo.</p> <p>Este ano estou a aprofundar o pensamento por analogia nas crianças. Estou a fazer um levantamento do que Piaget escreveu sobre pensamento por analogia nas crianças.</p>	<p>A LM não é pensada como um fim específico. Surge como um conteúdo (...) introduzimos este aspecto da linguagem metafórica (...) ligada aos modelos analógicos e icónicos.</p> <p>Todos os anos eu tento cativar um grupo de alunos para realizar uma pequena investigação... com temas que lhes interessam sendo um o dos pré-conceitos (...) A partir daí, a história dos pré-conceitos origina as metáforas.</p> <p>(...) não me lembro (de algum grupo que se tenha dedicado a um projecto de investigação sobre LM no ensino das Ciências). Sobre metáfora nunca fizemos um trabalho deste tipo... (inter-graus de ensino) sobre o mesmo conteúdo da Geologia.</p>

Quadro C-23

Modo de Realização do Trabalho Utilizando a Linguagem Metafórica pelos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica

Entrevista nº 1	Entrevista nº 2
<p>A exploração era com cada pessoa e não com a plateia dos 70 alunos. Aulas propriamente não havia, porque eram todas de interacção tutorial.</p> <p>Com os futuros professores eu apresento um modelo de trabalho que é o proposto por Giordan (...) Hipóteses com e contra as concepções (...) conceitos ou imagens prévias.</p> <p>Os futuros professores vão observar alunos dos ensinos secundário, preparatório, jardins de infância e escolas primárias.</p> <p>Pedia-lhes que fossem consultar manuais de ensino e tentassem identificar e inventariar diferentes modelos e metáforas.</p> <p>Propus-lhes que fizessem o levantamento dos modelos e analogias produzidas por historiadores e cientistas.</p> <p>Eu levava-os a que eles comessem a identificar onde é que estava o pensamento por analogia, recorrendo a imagens que os próprios sujeitos recorriam.</p> <p>Vão fazer entrevistas didácticas, resolver situação problema. A proposta que eu lhes faço é trabalharem espontaneamente e depois vamos analisar os comportamentos (como é que eles trabalharam com as imagens dos alunos, vão ver como é que ajudaram o aluno a pensar).</p> <p>Interessa analisar como é que um indivíduos com o professor resolvem um problema e como é que espontaneamente os professores interferiram com o pensamento do aluno.</p> <p>Na exploração (das metáforas e analogias) não havia uma continuidade devido ao tempo. Eles depois não iam voltar a trabalhar com essas pessoas (alunos).</p> <p>Pedia-lhes que tentassem explicar esse comportamento através, de uma imagem, de uma analogia. Podia ser até uma metáfora propriamente dita.</p> <p>Na fotossíntese e no aparelho circulatório são usadas metáforas pelos alunos que são testadas por eles.</p>	<p>Não há premeditação, ela surge e não é programada.</p> <p>Um capítulo da Didáctica é a história dos pré-conceitos e estudos sobre "misconceptions" (...) e que vem antes de qualquer actividade de ensino.</p> <p>Não despendemos muito (tempo curricular). Há outras coisas que são tão importantes (...) aliciantes, os miúdos gostam e já se estão a ver no estágio a dar aulas.</p> <p>Começam a ver que (...) tem importância porque vão ter de utilizar aquilo e como se entusiasma com os projectos de investigação (...) assim aqui os alunos dedicam muito tempo extra (fora tempo aulas). De resto, formalmente, o tempo que é dedicado é muito pouco.</p> <p>O que lhes digo são os exemplos práticos daquilo que faço.</p> <p>Não (apresento aos alunos documentação ou materiais).</p> <p>Sim, aquilo que eu faço é isso (foca só a LM usada de forma oral para exemplificação de conceitos).</p>

Quadro C-24

Função da Linguagem Metafórica Segundo a Opinião dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica

Entrevista nº 1	Entrevista nº 2
<p>Usam (os alunos de formação inicial) para transmitir aquilo que é o seu pensamento, digamos, tornarem público o saber privado... até a uma plateia de especialistas.</p> <p>Em diferentes graus é possível (a metáfora) ser usada por cientistas (...) no momento de investigação e ser usada pelo professor, que também pode construir o seu modelo para transmitir qualquer coisa que é dificilmente apreensível.</p> <p>Para mim era uma maneira de diagnosticar como é que eles conceptualizavam, como é que eles recorreram aquele modelo inicial e ia vendo o que eles introduziam e retiravam.</p> <p>É (...) um instrumento cognitivo para no fim apresentarem o produto de uma investigação. Eu quando queria estudar a evolução das representações dos meus alunos, vi que também poderia haver uma ligação às metáforas (...) por exemplo, como eles vão desenvolvendo os seus modelos.</p> <p>Ele (um aluno) confirmou que estava a começar a partir do diagnóstico inicial, utilizando-a (a metáfora) como organizador prévio.</p> <p>Estratégia de aprendizagem... (o aluno) não aprende passivamente, vai reestruturar tudo a partir das ideias que tem na sua mente... e que são imagens (...) tendo de vir a reformular as imagens e os conceitos que tem.</p> <p>Para eles (futuros professores) pode ser um instrumento para ajudarem o aluno a construir o seu conhecimento.</p>	<p>Para o aluno compreender melhor a matéria em estudo.</p> <p>Utilizo-a como organizador prévio.</p> <p>Aproveitar as noções intuitivas dos modelos do quotidiano para conseguir alcançar aquele tipo de conhecimento que pretendemos.</p> <p>É através das metáforas que nós podemos, com muita facilidade, ter em atenção o pré-conceito que a criança ou o adolescente tem sobre determinado fenómeno e jogar com ele.</p>

Quadro C-25

Percepção da Utilização da Linguagem Metafórica no Processo de Ensino-Aprendizagem no Ensino Não Superior Segundo a Opinião dos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica

Entrevista nº 1	Entrevista nº 2
<p>Eu noto que os professores espontaneamente usam e recorrem ao que muitas vezes são explicitamente metáforas, outras vezes imagens (...) e outras vezes modelos.</p> <p>As metáforas que eles (professores) recolhem dos alunos são um manancial permanente.</p> <p>Eles (alunos de formação inicial) começaram a ver mesmo que um aluno quando resolve um problema recorre a metáforas, analogias e comparações.</p> <p>Eles (futuros professores) usarão esta metodologia nas turmas de compensação, pelos menos nos alunos que sejam casos-problema.</p>	<p>Eu tenho a certeza (que os alunos - futuros professores fazem a transferência para a prática pedagógica) porque eu depois acompanho-os no estágio.</p> <p>Muitos deles têm dificuldades de comunicação.</p> <p>Dizem que vão fazer (...) Regra geral dá resultado.</p> <p>Penso que não (os alunos não estão conscientes das potencialidades nem dificuldades e limitações da utilização de LM em sala de aula).</p>

Quadro C-26

Avaliação do Trabalho Realizado pelos Professores que Leccionavam a Disciplina de Didáctica

Entrevista nº 1	Entrevista nº 2
<p>(os meus alunos) detectaram também que os próprios alunos que eles estudaram recorriam muito a imagens, a analogias.</p> <p>Quando iam consultar os manuais repararam que havia uma influência nas analogias dos manuais com as dos "mass media".</p> <p>As analogias a que os (alunos) recorreram são influenciadas pelos "mass media", pelos livros.</p> <p>Começaram a ver que se quisessem compreender o comportamento (de resolução de problemas) não deviam considerar só o indivíduo.</p> <p>Começaram a verificar que de um modelo de comportamento autónomo passaram para o "social problem solving". Deviam então começar a estudar a mutualidade e nas analogias é isso que surgia.</p> <p>As analogias dos alunos continuam como uma actividade do projecto.</p> <p>Um aluno de Geologia disse-me que este trabalho era pouco científico. Havia uma certa reactividade inicial. Os alunos de Biologia não... Fizeram mesmo um trabalho para um artigo.</p> <p>Esta aluna diz que a linguagem metafórica falada tornou-se difícil pôr em prática no estágio.</p> <p>Tenho a impressão que eles no estágio põem tudo de parte e fazem só o que o orientador manda.</p>	<p>99% dos alunos do 4º ano nunca tinham pensado que a metáfora poderia ser um modelo e servir como modelo para a compreensão de conceitos.</p> <p>Tenho verificado, na leccionação da disciplina, que realmente as coisas são bem aceites pelos alunos e eles conseguem aprender.</p> <p>Os alunos aderiram. Não tenho tido dificuldades (...) Gostava no futuro de continuar a abordar o tema.</p>



## ANEXO D

### A METÁFORA, A ANALOGIA E A APRENDIZAGEM

#### Tratamento dos Dados

#### CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS ONDE O ESTUDO FOI REALIZADO

Quadro D-1

##### Idades dos Alunos das Três Turmas

	14 anos		15 anos		16 anos		17 anos		18 anos		19 anos	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
A	10	41.7	7	29.2	3	12.5	3	12.5	1	4.1	0	0
B	14	53.8	8	30.8	3	11.5	1	3.8	0	0	0	0
C	12	41.3	11	38.3	4	13.8	1	3.5	0	0	1	3.5

No quadro seguinte, apresentam-se as classificações, referentes ao 1º e 2º período escolares na disciplina de Física-Química, de todos os alunos das três turmas. Assinalam-se os alunos posteriormente seleccionados para a continuação e aprofundamento do estudo.

Quadro D-2

##### Classificações do 1º e 2º Período na Disciplina de Física-Química dos Alunos das Três Turmas

Turma A			Turma B			Turma C		
	1º	2º		1º	2º		1º	2º
Alunos	Período	Período	Alunos	Período	Período	Alunos	Período	Período
1	3	2	1	3	3	1	2	2
2	4	3	2	3	4	2	4	3

3	2	2	3	3	3	3	3	3
4	3	4	4	3	3	4	2	2
5	3	2	5	4	4	5	3	2
6	3	2	6	3	4	6	3	3
7	2	2	7	3	3	7	3	2
8	4	3	8	3	4	8	2	2
9	3	3	9	3	3	9	2	2
10	3	4	10	2	2	10	2	2
11	3	3	11	2	2	11	3	2
12	3	2	12	4	4	12	3	2
13	3	2	13	3	3	13	3	2
14	4	4	14	3	3	14	3	3
15	3	3	15	2	2	15	2	2
16	3	2	16	4	4	16	2	2
17	2	2	17	2	3	17	3	2
18	3	3	18	2	3	18	2	2
19	3	2	19	4	4	19	3	2
20	3	3	20	3	3	20	3	2
21	2	2	21	3	3	21	3	2
22	3	2	22	2	3	22	2	2
23	3	3	23	2	3	23	3	2
24	2	2	24	3	3	24	2	2
			25	3	3	25	2	2
			26	3	3	26	3	3
						27	2	2
						28	2	2
						29	4	3

Quadro D-3

Resultados do Questionário GALT na Turma A

Items Alunos	CONSERV.				PROPORÇÃO						CONTROLE Variáveis				PROB CORR.				COMB L.			PON TOS	CLASSIF.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	12	13	14	5	16	17	18	19	20	21		
1	c	c		c							c								8	16	2	5	concreto
2				c							c								8	23	4	4	concreto
3		c		c									c						7	11	1	3	concreto
4		c	c	c	c		c			c									8	10	2	7	concreto
5		c		c	c								c						5	3	-	4	concreto
6			c																8	5	3	2	concreto
7			c	c							c								8	15	2	4	concreto
8		c	c	c	c				c	c	c	c			c				8	23	12	11	transicio.
9		c	c		c														8	10	5	4	concreto
10		c	c	c							c	c							8	23	1	7	concreto
11		c	c	c	c				c		c	c							8	18	3	8	concreto
12		c	c		c														8	14	-	4	concreto
13		c	c	c									c						6	6	1	4	concreto
14		c	c	c	c	c	c	c											8	22	4	8	concreto
15			c	c															5	3	3	2	concreto
16		c	c	c							c	c	c						8	20	2	7	concreto
17		c		c									c						8	10	-	4	concreto
18		c	c	c													c		8	23	5	4	concreto
19		c	c	c								c							8	23	-	6	concreto
20		c	c	c						c	c	c	c	c					8	23	5	10	transicio.
21		c																	8	10	4	2	concreto
22		c	c	c							c		c			c			8	4	1	4	concreto
23		c	c	c							c	c							8	23	2	3	concreto
24		c	c	c						c			c						5	4	3	5	concreto

Quadro D-4

## Resultados do Questionário GALT na Turma B

Items Alunos	Conservação.				Proporção						Controlo Variáveis				Prob.		Corr.		Combin.			Pont.	Classif
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	c	c	c										c						8	14	1	5	concreto
2	c	c	c	c					c	c	c	c	c						8	4	-	10	transicio.
3	c	c							c			c					c		8	10		-5	concreto
4	c	c	c																8	18	-	4	concreto
5	c	c	c	c															8	5	-	5	concreto
6	c	c		c							c	c	c						8	4	-	7	concreto
7	c	c	c	c								c							8	15	-	6	concreto
8	c	c							c								c		2	10	-	4	concreto
9	c	c																	4	11	2	2	concreto
10	c	c	c																8	11	-	4	concreto
11	c	c	c																8	23	3	5	concreto
12	c	c																	4	2	-	2	concreto
13	c	c	c							c		c	c						8	11	5	7	concreto
14	c	c	c	c															8	10	3	5	concreto
15	c	c	c	c							c	c							8	13	-	7	concreto
16	c	c	c							c	c	c	c						8	7	5	8	concreto
17	c	c		c															8	3	-	4	concreto
18	c	c	c																-	-	-	3	concreto
19	c	c	c	c								c	c						8	11	-	7	concreto
20	c	c	c									c	c						-	3	-	5	concreto
21	c	c	c									c							8	23	-	6	concreto
22	c	c															c		4	12	-	3	concreto
23	c	c		c	c	c	c	c					c						-	-	-	8	concreto
24	c	c	c																8	15	-	4	concreto
25	c	c	c		c	c						c							8	23	3	8	concreto
26	c	c	c		c						c								8	10	-	6	concreto

Quadro D-5

Resultados do Questionário GALT na Turma C

Items Alunos	Conser.				Proporção					Variáveis					Prob. Corr.				Combi.			Pontos	Classif.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	c	c	c	c					c						c				8	13	9	7	concreto
2	c	c	c		c				c		c	c							8	16	19	8	concreto
3	c	c	c	c	c			c			c	c							8	16	10	9	transicio.
4	c	c	c											c					8	20	10	5	concreto
5	c	c	c	c															8	23	26	6	concreto
6	c	c											c	c					8	3	5	5	concreto
7	c																		8	20	16	2	concreto
8	c																		8	14	26	2	concreto
9	c	c																	8	5	10	3	concreto
10	c	c	c	c					c										8	15	10	6	concreto
11	c		c					c							c				8	3	10	5	concreto
12	c		c								c		c						8	23	-	5	concreto
13	c	c	c	c									c						8	13	10	6	concreto
14	c	c		c				c					c						8	2	10	6	concreto
15	c	c	c	c															4	7	8	4	concreto
16	c	c	c	c							c	c							8	18	8	7	concreto
17	c	c		c							c								8	17	8	5	concreto
18	c																		8	6	6	2	concreto
19		c		c			c												8	6	-	4	concreto
20	c	c	c	c															8	9	14	5	concreto
21	c	c	c	c					c										8	11	20	6	concreto
22	c	c	c						c	c									8	9	6	6	concreto
23	c	c	c										c						8	8	10	5	concreto
24	c	c																	2	-	-	2	concreto
25	c	c																	8	2	2	3	concreto
26	c	c	c	c		c	c		c		c	c	c						8	14	13	11	transicio.
27	c	c	c																8	16	2	4	concreto
28																			8		3	4	concreto
29	c	c	c	c		c	c						c						8	4	13	8	concreto

Quadro D-6

Comparação por Operação Lógica das Respostas Dadas ao Questionário GALT pelos Alunos das Três Turmas

	Conservação	Proporção	Controlo Variáveis	Probabilidade	Correlação	Combinação
Turma A	66	11	25	2	1	26
Turma B	79	13	24	0	3	22
Turma C	85	17	20	2	0	28

Quadro D-7

Comparação dos Resultados Médios Obtidos por Alunos nos EUA (A) e os Obtidos Neste Estudo (P) para Cada Questão do Questionário GALT

	Conservação				Proporção					Contr. Variáveis				Probabil	Correl		Combinação			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	83	81	51	49	6	4	19	9	21	26	30	30	36	4	23	26	19	0	60	10
P	94	87	80	59	9	9	7	58	18	10	30	33	32	3	13	2	6	0	95	17

No quadro seguinte, apresentam-se as pontuações e as classificações, em aptidão verbal, de todos os alunos das três turmas. Assinalam-se os alunos posteriormente seleccionados para a continuação e aprofundamento do estudo. Um aluno da turma B e dois alunos da turma C não responderam a este questionário.

Quadro D-8

Resultados da Aptidão Verbal dos Alunos das Três Turmas

Turma A			Turma B			Turma C		
Alunos	Pontua.	Classif.	Alunos	Pontua.	Classif.	Alunos	Pontua.	Classifi.
1	40	III-	1	70	III+	1	30	III-
2	60	III+	2	80	I	2	60	III+
3	5	V	3	-	-	3	80	I
4	90	II	4	95	I	4	25	IV
5	80	I	5	80	I	5	50	III
6	60	III+	6	80	I	6	40	III-
7	30	III-	7	95	I	7	50	III
8	90	I	8	4	V	8	-	-
9	30	III-	9	50	III	9	30	III-
10	95	I	10	5	V	10	80	I
11	20	IV	11	10	IV-	11	80	I
12	50	III	12	4	V	12	25	IV
13	40	III-	13	20	IV	13	25	IV
14	80	II	14	5	V	14	40	III-
15	40	III-	15	7	IV-	15	20	IV
16	95	I	16	95	I	16	30	III-
17	25	IV	17	75	I	17	40	III-
18	30	III-	18	4	V	18	-	-
19	10	IV-	19	90	II	19	30	III-
20	90	I	20	5	V	20	25	IV
21	20	IV	21	80	I	21	60	III+
22	60	III+	22	5	V	22	5	V
23	80	I	23	4	V	23	50	III
24	4	V	24	4	V	24	10	IV-
			25	95	I	25	5	V
			26	40	III-	26	80	I
						27	20	IV
						28	25	IV
						29	80	II

Quadro D-9

Aptidão Verbal por Níveis. Alunos das Três Turmas

NÍVEL	Turma A		Turma B		Turma C	
	f	%	f	%	f	%
I	2	8.3	4	16.0	0	0
II	6	25.0	5	20.0	5	18.5
III +	3	12.5	1	4.0	2	7.5
III	2	8.3	2	8.0	3	11.1
III -	5	20.8	1	4.0	7	25.9
IV	3	12.5	1	4.0	7	25.9
IV -	1	4.2	2	8.0	1	3.7
V	2	8.3	9	36.0	2	7.5
TOTAL	24	100.0	25	100.0	27	100.0



## ANEXO E

### A METÁFORA, A ANALOGIA E A APRENDIZAGEM

#### Tratamento dos Dados

#### CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS SELECIONADOS PARA APROFUNDAMENTO DA INVESTIGAÇÃO

##### Quadro E-1

Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Idade,  
Profissão e Habilitações Académicas dos Pais - Turma A

Alunos	Data Nasc	Profissão Pai	Hab. Académica.	Profissão Mãe	Hab. Académica.
Cátia	1979 (15 anos)	Vendedor	12º ano	Doméstica	12º ano
Mário	1979 (15 anos)	Pasteleiro	4ª classe	Servente Limpeza	4ª classe
Paulo	1978 (16 anos)	Mecânico	4ª classe	Doméstica	2º ano
Vera	1978 (16 anos)	Marinheiro	5º ano	Funcionário Público	8º ano

## Quadro E-2

Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Idade, Profissão e Habilitações Académicas dos Pais - Turma B

Alunos	Data Nasc	Profissão Pai	Hab. Académica.	Profissão Mãe	Hab. Académica.
Flôr	1978 (16 anos)	Funcionário Administrativo	12º ano	Doméstica	9º ano
Marco	1979 (15 anos)	Operário	4ª classe	Doméstica	4ª classe
Maria	1979 (15 anos)	Operário	11º ano	Doméstica	9º ano
Rui	1978 (16 anos)	Motorista	4ª classe	Doméstica	4ª classe

## Quadro E-3

Caracterização dos Alunos Seleccionados das Três Turmas quanto à Idade, Profissão e Habilitações Académicas dos Pais - Turma C

Alunos	Data Nasc	Profissão Pai	Hab. Académica.	Profissão Mãe	Hab. Académica.
Carla	1978 (16 anos)	Enfermeiro	4ª classe	Costureira	4ª classe
Pedro	1978 (16 anos)	Militar	12º ano.	Funcionária Pública	12º ano.
Sara	1979 (15 anos)	Torneiro	9º ano	Doméstica	4ª classe
Sérgio	1978 (16 anos)	Comerciante	12º ano	Secretária	12º ano

Quadro E-4

Respostas dos Alunos Seleccionados para o Estudo da Turma A às Questões  
Fechadas do Questionário

Questões	Cátia	Mário	Paulo	Vera
1-Gosto por ouvir	Provérbios	Aneotas	Aneotas	Aneotas
2-Gosto por contar	Provérbios	Não respondeu	Aneotas	Aneotas
2.1- Idade de começar a contar	Não respondeu	Não respondeu	Recente	Recente
3- Hábitos da família de usar LM	Sim	Sim	Não	Não
4- Gostar de ler	Sim	Sim	Sim	Sim
5- Tipos de leitura	Jornais, Romances	Jornais, Banda Desenhada, Ficção Científica	Banda Desenhada	Romances
6-Tipos de leitura da família	Romances, Banda Desenhada	Jornais, Banda Desenhada, Ficção Científica	Banda Desenhada, Jornais	Banda Desenhada
7- Gosto por actividades artísticas	Dança, Música	Música, Teatro, Cinema	Música	Música
8- Tipos preferidos, pela família, de programas da TV	Telenovela, Séries, Vida Selvagem	Séries, Concursos, Notícias, Filmes, Desporto, Divulgação Científica	Telenovela, Desporto, Notícias, Filmes,	Telenovela, Séries, Concursos, Desporto
9-Ocupação de tempos livres	Estar com Amigos, Ouvir Música, Desporto	Estar com amigos, Leitura, Ver TV, Desporto	Estar com Amigos, Ver TV	Estar com Amigos.
10- Ocupação de tempos livres pela família	Cinema	Cinema, Teatro, Exposição de Arte	Cinema	Não
11- Gosto por profissão científica	Não	Sim	Não	Não
12- Gosto por aulas de F/Q	Sim	Sim	Não	Não
13- Gosto por aulas de CN	Não	Não	Não	Sim
16- Sucesso escolar	Sim	Sim	Não	Não
17- Classificação a F/Q	Não respondeu	3-4-4	Não me lembro	2-2-2
18- Classificação a CN	Não respondeu	3-4-4	Não me lembro	3-3-3
19-Dificuldades compreensão de perguntas	Não	Não	Sim	Não respondeu

20- Hábitos dos professores usarem exemplos	Sim	Sim	Sim	Sim
21 Compreensão por exemplos	Sim	Não	Sim	Sim

Quadro E-5

Razões de Gostar ou Não das Aulas de Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma A

Cátia	Mário	Paulo	Vera
Gosto de Química devido às experiências que se podem efectuar e à sua história.	É interessante entender porque é que as coisas acontecem, que nos rodeiam.	Tem muita Matemática	Não compreendo a matéria e não me entusiasma

Quadro E-6

Razões de Gostar ou Não das Aulas de Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma A

Cátia	Mário	Paulo	Vera
Não me desperta interesse.	Por causa da professora.	É preciso decorar muita matéria.	Gosto de conhecer melhor como são constituídos os outros seres vivos.

Quadro E-7

Facilidades e Dificuldades em Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma A

Cátia	Mário	Paulo	Vera
Acho a Química fácil mas a Física não é assim tão fácil, talvez por gostar mais de Química.	Acho difícil decorar as fórmulas químicas.	A matéria é fácil mas os problemas são muito complicados.	Fáceis são as aulas de laboratório e difíceis são as fórmulas e os problemas.

Quadro E-8

Facilidades e Dificuldades em Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma A

Cátia	Mário	Paulo	Vera
As partes da Natureza acho fáceis, mas as partes do corpo humano acho difíceis.	Não me lembro.	A matéria é fácil mas é muita	O que acho fácil são as experiências e o mais difícil é a Natureza ser muito complicada.

Quadro E-9

Razões de Reprovação nos Anos Anteriores - Alunos Seleccionados - Turma A

Cátia	Mário	Paulo	Vera
Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu	Não prestava atenção e não gostava das aulas.

Quadro E-10

Facilidades e Dificuldades do Uso de Exemplos - Alunos Seleccionados da Turma A

Cátia	Mário	Paulo	Vera
Se nos lembramos dos exemplos é mais fácil relembramo -nos da explicação verdadeira.	Não complicam nem adiantam.	Porque comparando faz-me lembrar coisas que eu já sei.	Dá para entender melhor

Quadro E-11

Respostas dos Alunos Seleccionados para o Estudo da Turma B às Questões  
Fechadas do Questionário

Questões	Flôr	Marco	Maria	Rui
1- Gosto por ouvir	Anedotas	Anedotas, Adivinhas	Anedotas	Anedotas, Adivinhas
2- Gosto por contar	Anedotas	Anedotas, Adivinhas	Nada	Anedotas, Adivinhas
2.1- Idade de começar a contar	Recente	Desde sempre	Não respondeu	Desde sempre
3- Hábitos da família de usar LM	Não	Sim	Sim	Não
4- Gostar de ler	Sim	Sim	Sim	Sim
5- Tipos de leitura	Poesia, Romances, Banda Desenhada, Revistas de Música e Moda	Jornais, Banda Desenhada	Ficção, Banda Desenhada, Aventura	Ficção Científica, Romances, Banda Desenhada
6- Tipos de leitura da família	Jornais, Banda Desenhada	Jornais, Romances, Banda Desenhada	Jornais, Romances, Banda Desenhada	Jornais, Romances
7- Gosto por actividades artísticas	Música, Dança, Teatro	Dança	Música, Pintura, Dança, Teatro	Música, Teatro
8- Tipos preferidos, pela família, de programas da TV	Séries, Filmes, Notícias, Reportagens, Desporto	Telenovelas, Séries, Concursos, Filmes, Desporto	Séries, Debates, Filmes, Notícias, Canto e Dança, Desporto	Telenovelas, Séries, Concursos, Filmes, Notícias, Reportagens, Desporto
9- Ocupação de tempos livres	Estar com amigos, Leitura, Música, Ver T.V, estar com o namorado	Estar com amigos, Leitura, Música, Ver TV, Desporto	Estar com amigos, Leitura, Música, Pintura, Ver TV, Desporto, Cinema	Estar com amigos, Leitura, Música, Ver TV, Desporto, Cinema
10- Ocupação de tempos livres pela família	Não	Cinema	Cinema	Cinema
11- Gosto por profissão científica	Não	Sim	Não	Não
12- Gosto por aulas de F/Q	Não	Sim	Sim	Sim
13- Gosto por aulas de CN	Não	Sim	Não	Sim

16- Sucesso escolar	Sim	Sim	Sim	Sim
17- Classificação a F/Q	2-2-2	Não respondeu	5-4-4	5-4-4
18- Classificação a CN	3-2-3	Não respondeu	3-4-4	4-5-5
19- Dificuldades compreensão de perguntas	Não	Não respondeu	Não	Não
20- Hábitos dos professores usarem exemplos	Sim	Sim	Sim	Sim
21 Compreensão por exemplos	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro E-12

Razões de Gostar ou Não das Aulas de Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma B

Flôr	Marco	Maria	Rui
Não compreendo a disciplina, não acho interessante a matéria.	Gosto. São aulas a que eu me dedico muito e também porque são fáceis.	Gosto de saber como funcionam as coisas.	Porque gosto de Ciência.

Quadro E-13

Razões de Gostar ou Não das Aulas de Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma B

Flôr	Marco	Maria	Rui
É aborrecida e complicada.	Porque fazem muitas descobertas em que eu estou sempre interessado.	Apesar de gostar de aprender sobre a Natureza, não gosto (...) porque não tenho a certeza de seguir nada que tenha a ver com isto.	Adoro conhecer a vida, a nossa anatomia, os animais, etc.

Quadro E-14

Facilidades e Dificuldades em Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma B

Flôr	Marco	Maria	Rui
A Química é fácil e a Física é difícil.	Gosto mais de Química do que de Física.	Química é fácil e Física também, o que atrapalha são os exercícios.	O mais fácil são as teorias e o mais difícil são os cálculos.

Quadro E-15

Facilidades e Dificuldades em Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma B

Flôr	Marco	Maria	Rui
É difícil o funcionamento dos aparelhos e fácil a sua constituição.	Nada é difícil. É só uma questão de estar interessado.	É difícil saber as fórmulas todas dos fenómenos que ocorrem na Natureza.	Não acho nada difícil. Acho tudo fácil.

Quadro E-16

Razões de Reprovação nos Anos Anteriores - Alunos Seleccionados - Turma B

Flôr	Marco	Maria	Rui
Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu.

Quadro E-17

Facilidades e Dificuldades com o Uso de Exemplos - Alunos Seleccionados da Turma B

Flôr	Marco	Maria	Rui
Porque a partir das "coisas" que já conhecemos torna-se mais fácil aquilo que está a ser explicado.	É mais fácil compreender os assuntos a tratar.	Porque é mais fácil de compreender o que o professor quer explicar.	Ajudam a compreender melhor a matéria porque esclarecem melhor as ideias sobre o assunto a tratar e fixo melhor.



Quadro E-18

Respostas dos Alunos Seleccionados para o Estudo da Turma C às Questões

Fechadas do Questionário

Questões	Carla	Pedro	Sara	Sérgio
1- Gosto por ouvir	Anedotas	Anedotas	Anedotas,	Anedotas, Adivinhas
2- Gosto por contar	Nada	Anedotas	Anedotas	Anedotas
2.1- Idade de começar a contar	-	Desde sempre	Desde sempre	Desde sempre
3- Hábitos da família de usar LM	Não	Não	Não	Sim
4- Gostar de ler	Sim	Sim	Sim	Não
5- Tipos de leitura	Romances, Revista de Música	Jornais, Ficção Científica, Livros verídicos	Banda Desenhada	Nenhum
6- Tipos de leitura da família	Jornais	Jornais, Banda Desenhada	Revistas	Jornais, Romances, Banda Desenhada
7- Gosto por actividades artísticas	Música, Cantar, Teatro, Desenho	Música, Desporto	Música	Música
8 - Tipos preferidos, pela família, de programas da TV	Séries, Notícias, Filmes, Canto e Dança, Reportagens	Debates, Notícias, Filmes, Debates, Divulgação Científica, Desporto	Séries, Filmes	Telenovelas, Notícias, Divulgação Científica, Desporto
9- Ocupação de tempos livres	Estar com amigos, Música, Pintura, Desenho, Ver TV	Estar com amigos, Música, Ver TV, Desporto	Música, Ver TV, Pintura, Desporto	Estar com amigos, Música, Andar de moto
10- Ocupação de tempos livres pela família	Não	Cinema	Não	Cinema
11- Gosto por profissão científica	Não	Não	Não	Sim
12- Gosto por aulas de F/Q	Não	Sim	Não	Sim
13- Gosto por aulas de CN	Não	Sim	Sim	Sim
16- Sucesso escolar	Sim	Sim	Não	Não
17- Classificação a F/Q	4-3-4	2-2-3	3-2-2	3-4-5

18- Classificação a CN	4-4-5	3-3-3	3-3-3	3-4-3
19- Dificuldades compreensão de perguntas	Não	Não	Sim	Não
20- Hábitos dos professores usarem exemplos	Sim	Sim	Não	Não
21 Compreensão por exemplos	Sim	Sim	Sim	Sim

## Quadro E-19

Razões de Gostar ou Não das Aulas de Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma C

Carla	Pedro	Sara	Sérgio
Gosto, quando são experiências de laboratório. Não gosto quando não são úteis para o meu futuro.	Porque fico a saber coisas que não sabia, sobretudo coisas do espaço.	Não percebo nada e acho difícil.	Despertam interesse.

## Quadro E-20

Razões de Gostar ou Não das Aulas de Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma C

Carla	Pedro	Sara	Sérgio
A matéria é muita, dá-se toda a matéria de uma só vez, o que tira a iniciativa.	Porque gosto da Natureza, gosto de estudá-la.	Gosto das coisas ligadas ao corpo humano e à Natureza.	Porque as aulas são giras com esta professora.

## Quadro E-21

Facilidades e Dificuldades em Física-Química - Alunos Seleccionados da Turma C

Carla	Pedro	Sara	Sérgio
O mais difícil são os problemas e o mais fácil são as teorias.	Não é difícil mas é um bocado confuso.	Acho Química mais fácil que a Física devido aos cálculos que se tem de fazer.	É tudo fácil desde que se tenha atenção nas aulas e se estude um bocadinho em casa.

Quadro E-22

Facilidades e Dificuldades em Ciências Naturais - Alunos Seleccionados da Turma C

Carla	Pedro	Sara	Sérgio
O mais difícil são as definições muito longas. O mais fácil são as matérias que têm a ver com o dia-a-dia.	Não me lembro.	Acho difícil ter de decorar, por exemplo, o aparelho respiratório todo. Acho fácil se as perguntas forem simplificadas	É igual à Física-Química.

Quadro E-23

Razões de Reprovação nos Anos Anteriores - Alunos Seleccionados da Turma C

Carla	Pedro	Sara	Sérgio
Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu.

Quadro E-24

Facilidades e Dificuldades com o Uso de Exemplos - Alunos Seleccionados da Turma C

Carla	Pedro	Sara	Sérgio
Se ouvir dar exemplos posso associá-los à matéria e compreender melhor o que o professor tenta explicar.	Eu acho que tornam mais fácil pois que nos dão exemplos reais do nosso dia-a-dia, com coisas que conhecemos.	Porque podemos imaginar o que será a tal coisa que nos querem explicar e que fazem a comparação	Porque os exemplos com coisas que temos dentro da cabeça fica mais simples.

Quadro E-25

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma A - Cátia

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex.	Orig.		Elab.		Fluê	Flex.	Orig	Elab.
Des	Tít				Des	Tít	Des	Tít				
5	1	7	10	33	2	2	5	1	6	34	1	3
				44	2	2	4	1	T	41	1	2
				47	2	2	3	1		24	3	4
				4	0	3	7	2		15	1	2
				31	2	0	3	0		15R	1	5
				4 R	2	3	10	2		24	1	3
				62	1	2	7	0		4	8	19
				11	2	3	8	2				
				4 R	0	0	6	0				
				44 R	2	0	0	0				
Total				7	15	17	53	7				

Quadro E-26

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma A - Mário

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex.	Orig	Elab.
Des	Tít				Des	Tít	Des	Tít				
5	2	5	10	1	1	2	7	1	22	46	1	1
				67	1	2	4	1		58	2	3
				9	2	0	5	0		58 R	2	0

	4	1	0	4	0	50	2	2
	6	2	0	1	0	15	3	1
	62	2	0	2	0	24	1	1
	62 R	1	0	1	0	68	0	0
	47	2	0	2	0	59	1	3
	41	1	1	0	0	22	0	1
	4 R	0	0	2	0	26	2	3
Total	8	13	5	28	21	27	1	2
						52	3	3
						5	2	1
						5 R	2	0
						12	1	1
						34	1	1
						29	3	2
						62	3	2
						12 R	1	2
						58 R	2	0
						13	1	0
						13 R	1	1
						T	17	35
								30

Quadro E-27

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma A - Paulo

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tlt	Des	Tit				
2	0	1	10	37	0	0	4	0	6	2	2	0
				64	0	0	0	0		64	0	1
				25	2	0	0	0		34	1	1
				4	0	0	1	0		15	2	0
				9	0	0	2	0		15R	2	0

	64R	1	0	0	0		27	3	0
	62	2	0	1	0	T	5	10	2
	37R	0	0	4	0				
	33	0	0	1	0				
	4 R	0	0	3	0				
Total	8	5	0	16	0				

Quadro E-28

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -  
Turma A - Vera

Atividade 1			Atividade 2						Atividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tit	Des	Tit				
4	0	3	10	37	0	0	6	0	6	30	0	3
				28	0	0	2	0		64	0	1
				31	2	0	2	0		30 R	0	9
				4	0	0	4	0		46	1	1
				9	0	0	0	0		10	0	4
				47	2	0	1	0		8	0	5
				62	1	0	0	0		T	5	1
								33	0	0	0	0
				62 R	2	0	0	0				
				47 R	2	0	0	0				
Total				8	9	0	15	0				

Quadro E-29

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma B - Flôr

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tit	Des	Tit				
1	3	1	6	19	2	0	1	0	2	64	0	0
				47	2	0	2	0		13	0	0
				26	2	3	3	2	T	2	0	0
				4	0	0	3	0				
				9	0	0	3	0				
				--	--	--	--	--				
				--	--	--	--	--				
				--	--	--	--	--				
				4 R	0	2	4	0				
				--	--	--	--	--				
Total				5	6	5	12	2				

Quadro E-30

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma B - Marco

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tit	Des	Tit				
3	3	6	10	33	2	0	5	0	18	64	0	0
				19	2	0	0	0		45	2	2
				1	2	3	6	3		29	3	3
				10	1	3	6	2		15	3	4
				32	2	3	5	2		29 R	3	2

	30	2	3	8	2		46	2	2
	18	0	3	7	2		15 R	2	2
	10 R	2	3	2	2		8	2	1
	33 R	0	3	6	2		9	0	3
	8	2	3	5	2		24	1	3
T o t a l	8	15	24	50	17		24 R	3	3
							15	2	2
							8 R	2	5
							14	1	6
							14 R	1	3
							11	3	1
							11 R	3	2
							24 R	2	4
						T	11	35	48

Quadro E-31

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -  
Turma B - Maria

Atividade 1				Atividade 2						Atividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex.	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.	
Des	TIt				Des	TIt	Des	TIt					
3	3	1	10	60	2	3	5	1	4	10	0	3	
				37	1	3	6	2		27	0	0	
				62	2	3	2	2		34	1	1	
				4	0	0	4	0		50	1	2	
				29	2	3	5	3		T	4	2	6
				58	2	0	5	0					
				24	0	3	6	4					
				37 R	0	2	12	0					
				10	2	3	4	1					
				34	2	0	0	0					
				Total				9	13	20	49	13	



Quadro E-32

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma B - Rui

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tlt	Des	Tit				
3	0	2	10	35	2	0	1	0	7	64	0	1
				64	0	0	2	0		45	2	2
				27	2	0	5	0		30	0	4
				10	1	0	6	0		2	2	1
				9	0	0	2	0		43	2	2
				36	2	0	2	0		41	1	2
				7	2	0	2	0		27	0	0
				10 R	1	0	1	0	T	7	7	12
				33	0	0	2	0				
				10 R	2	0	0	0				
Total			8	12	0	23	0					

Quadro E-33

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -

Turma C - Carla

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tlt	Des	Tit				
6	3	4	10	35	2	2	3	0	18	15	1	1
				60	1	1	0	0		46	1	0
				36	2	1	4	0		64	0	2
				46	2	3	2	3		10	0	3

	31	2	1	5	0		15R	1	2
	4	2	0	6	0		27	1	0
	10	2	0	0	0		8	0	7
	62	2	0	0	0		9	0	2
	33	0	0	0	0		15R	0	4
	61	2	0	0	0		15R	0	5
Total	10	17	8	20	3		10R	2	8
							3	0	0
							3R	0	0
							15R	0	2
							3R	0	0
							49	3	0
							49R	2	7
							29	3	2
						T	10	14	36

Quadro E-34

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -  
Turma C - Pedro

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex.	Orig.		Elab.		Fluê	Flex.	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tlt	Des	Tit				
5	3	3	10	33	2	0	4	0	10	68	0	4
				32	2	0	2	0		10	0	5
				43	2	0	2	0		64	0	1
				10	1	0	7	0		42	3	2
				1	2	0	3	0		27	0	0
				15	0	0	1	0		45	2	1
				26	2	0	2	0		3	0	1
				64	1	0	2	0		1	2	1
				13	2	0	7	0		58	2	8
				35	2	0	2	0		15	1	4

10	16	0	32	0	T	10	10	27
----	----	---	----	---	---	----	----	----

Quadro E-35

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -  
Turma C - Sara

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab.
Des	Tlt				Des	Tlt	Des	Tit				
8	0	6	10	37	0	0	7	0	21	34	1	1
				62	2	0	1	0		49	1	2
				9	2	0	2	0		9	0	3
				37R	0	0	6	0		8	0	7
				10	1	3	5	2		34R	3	4
				26	2	0	4	0		52	3	2
				26R	2	0	4	0		24	1	2
				36	2	0	4	0		49R	3	3
				4	0	0	4	0		15	2	0
				20	2	0	3	0		15R	3	1
Total				8	13	3	40	2		34R	2	2
										15R	2	3
										14	1	4
										24R	3	6
										15R	1	1
										52R	3	5
										29	2	2
										43	3	5
										52R	3	4
										15R	1	1
										29R	3	1
									T	10	41	59

Quadro E-36

Resultados por Actividade do Teste do Pensamento Criativo de Torrance -  
Turma C - Sérgio

Actividade 1			Actividade 2						Actividade 3			
Orig.		Elab.	Fluê	Flex.	Orig.		Elab.		Fluê	Flex	Orig	Elab
Des	Tlt				Des	Tit	Des	Tit				
3	0	2	10	10	0	0	0	0	18	25	1	0
				10R	2	0	4	0		25 R	10	0
				10R	2	2	0	1		20	2	0
				37	1	1	7	2		27	0	0
				9	0	0	10	0		46	1	0
				50	2	1	0	1		15	2	0
				62	1	0	2	0		15R	2	0
				32	2	0	3	0		15R	2	1
				33	0	0	1	0		49	1	2
				64	0	0	0	0		10	0	2
Total				8	10	4	27	4		49R	3	0
										49R	1	2
										15R	2	2
										3	0	0
										50	3	5
										29	3	2
										34	1	0
										52	3	4
									T	12	29	19

Quadro E-37

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A -

Cátia

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	6	7
2	10	7	32	60
3	6	4	8	19
Total	16	11	46	86

Quadro E-38

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A -

Mário

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	7	5
2	10	8	18	30
3	22	17	35	30
Total	32	25	60	84

Quadro E-39

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A -

Paulo

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	2	1
2	10	7	5	16
3	6	5	10	2
Total	16	12	17	19

Quadro E-40

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma A - Vera

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	4	3
2	10	8	9	15
3	6	5	1	23
Total	16	13	14	41

Quadro E-41

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Flôr

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	4	1
2	6	5	11	14
3	2	2	0	0
Total	8	7	15	15

Quadro E-42

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Marco

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	6	6
2	10	8	39	67
3	18	10	35	48
Total	28	18	80	121

Quadro E-43

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Maria

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	6	1
2	10	9	33	61
3	4	4	2	6
Total	14	13	41	68

Quadro E-44

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma B - Rui

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	3	2
2	10	8	12	23
3	7	7	7	12
Total	17	15	22	37

Quadro E-45

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Carla

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	9	4
2	10	10	25	23
3	18	9	14	36
Total	28	19	48	63

Quadro E-46

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Pedro

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	8	3
2	10	10	16	32
3	10	10	10	27
Total	20	20	34	62

Quadro E-47

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Sara

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	8	6
2	10	8	16	42
3	21	10	41	59
Total	31	18	65	107

Quadro E-48

Resultados Totais do Teste do Pensamento Criativo de Torrance - Turma C - Sérgio

	Fluência	Flexibilidade	Originalidade	Elaboração
1	X	X	3	2
2	10	8	14	31
3	18	12	29	19
Total	28	20	46	52



## Quadro E-49

## Capacidade de Iniciativa e de Resolução de Problemas - Alunos

## Seleccionados das Três Turmas

Turma A	
Cátia	“Quando tenho uma preocupação sou desenhada”; “Se for um problema normal pode dar-me para a preguiça”; “Não ligo muito às coisas”.
Mário	“Normalmente não (me atrapalho com os problemas)”.
Vera	“Quando me está a acontecer uma coisa em vez de ir lá, fico parada, muito parva, sem saber o que fazer”; “Sou do tipo que paraliso num instante”; “Não sei o que fazer”.
Paulo	“Fico um pouco atrapalhado quando acontece assim uma coisa que não estou à espera e se não tenho pessoas que conheço, mas espero e lá aparece alguém”; “não morro”.
Turma B	
Flôr	“Na altura fico nervosa, mas depois tento acalmar-me e resolver”; “Não (entro em pânico)”;
Marco	“Fico à espera que (alguém) apareça”; “Quando estou um bocado nervoso, posso atrapalhar-me, mas no dia-a-dia não me atrapalho nada”.
Maria	“Não há problemas, espero que alguém chegue ou então telefono”.
Rui	“Alguns (problemas) resolvem-se bem, outros são mais difíceis”; “(Atrapalho-me) um bocado”.
Turma C	
Carla	“Nas coisas normais “desenho-me”, nas coisas difíceis atrapalho-me mais”; “Tento resolver os problemas de qualquer maneira, pelo menos tento. Só que às vezes não consigo”.
Pedro	“Gostava de ter a experiência de ser astronauta”; “Quero ir para a América, faço lá a Universidade porque gostava de jogar na NBA”; “Se não for eu a sonhar quem é que sonha?” “Já estou farto de viajar. Já fui à América, já estive em França”; “Fui aos 12 anos sozinho com uma equipa de desconhecidos dar a volta ao mundo. Foi difícil”.
Sara	“Depende do assunto. Nuns casos posso desenhá-lo mais depressa, noutros mais devagar”; “Não me atrapalho”.
Sérgio	“(quero seguir uma profissão ligada às Ciências). Toda a gente me dizia “Estás feito, vais chumbar” e eu dizia “Está bem, a gente está cá para ver”.



**ANEXO F****A METÁFORA, A ANALOGIA E A APRENDIZAGEM**

## Tratamento dos Dados

**A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ÁTOMO**

## Quadro F-1

Semelhanças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 1

Fichas	Semelhanças - Turma 1
1	Os planetas e os electrões movimentam-se.
2	O Sol e o núcleo são fixos. O Sol é como um núcleo de um átomo.
4	Os planetas andam à volta do Sol; os electrões andam à volta do núcleo. Os planetas traçam uma órbita à volta do Sol e os electrões uma órbita à volta do núcleo. O átomo é indivisível tal como os planetas.
5	O Sol é como o núcleo de um átomo.
6	O Sol gira à volta dos planetas assim como os protões e os electrões giram à volta do núcleo. O Sol e o núcleo são redondos. Os planetas são cientificamente habitáveis e o núcleo não.
7	Os electrões e os planetas andam sempre na mesma trajectória (mesma direcção).
8	Os electrões andam à volta do núcleo sempre na mesma trajectória e os planetas também andam à volta do Sol sempre na mesma direcção.
13	Os satélites andam à volta da Terra enquanto os átomos andam à volta do núcleo.
14	O Sol não se move e o átomo também não.
15	Os electrões dos átomos (partículas com carga negativa) correspondem aos planetas. Os átomos têm a mesma forma que os planetas (modelo esférico); Os átomos são tal e qual a Terra: indivisíveis. Os planetas andam, assim como sucede com os electrões que circulam em torno do núcleo.
16	Os electrões correspondem aos planetas. Tanto os átomos como os planetas não são divisíveis.

17	O Sol atrai os planetas para si assim como o núcleo atrai os electrões para si. Sem Sol não há planetas, sem núcleo não há electrões.
20	Os planetas andam à volta do Sol e os electrões à volta do núcleo. O átomo pertence às moléculas e o Sol ao sistema solar.
21	O átomo e o sistema planetário são seres não vivos.
22	O Sol e o núcleo estão fixos. O Sol é como um núcleo de um átomo.
23	Os electrões encontram-se distantes do núcleo como o Sol dos planetas. O Sol e o núcleo não se movimentam. O átomo e o Sol não são seres vivos.
24	Os electrões encontram-se distantes do núcleo tal como os planetas do Sol. O Sol e o núcleo não se movimentam. Os planetas e os electrões movimentam-se.
27	O Sol tem temperaturas muito altas e o núcleo também. O Sol e o núcleo não se movimentam.
28	Os planetas e os electrões movimentam-se.
29	Os átomos formam as moléculas e os planetas o sistema planetário. Os planetas formam órbitas em volta do Sol e os electrões formam órbitas à volta do núcleo. O átomo e a Terra não se dividem.

Nas fichas nºs 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28 e 29, aparece sempre a resposta “Os planetas andam à volta do Sol e os electrões andam à volta do núcleo”.

#### Quadro F-2

#### Diferenças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atómica do Modelo de Bohr - Turma 1

Fichas	Diferenças - Turma 1
1	Têm tamanho diferente. O Sol em relação ao núcleo dá energia. Os planetas têm satélites e os electrões não. A Terra tem habitantes e os núcleos não. A Terra tem cheiro e o átomo não. O Sol põe-se ao anoitecer e o núcleo não.
5	As órbitas dos electrões são fixas e os planetas não. Os planetas e o Sol fazem parte do sistema solar planetário e os prótons, electrões e neutrões fazem parte do modelo de Bohr.

8	O tamanho dos electrões não é igual ao dos planetas. A carga dos electrões é diferente da composição dos planetas. Os planetas são nove e os electrões são milhões. O núcleo está dentro do átomo e o Sol não está dentro de nada e não pertence a nada.
9	O Sol fornece energia eléctrica e o núcleo energia nuclear. Os planetas andam sempre à volta do Sol no seu percurso e lugar, os electrões não. Electrões são seres mortos e planetas têm seres vivos.
14	O Sol é maior. O Sol encontra-se perto da Terra e o átomo não.
20	Os planetas giram ordenadamente e os electrões não. Os planetas têm diferentes tamanhos e os electrões têm sempre igual tamanho. Os planetas são sossegados e os electrões não. Os electrões não têm Luas. Os planetas conhecidos são poucos e os electrões são muitos. Os planetas são constituídos por átomos e os átomos não são constituídos por planetas.
28	O Sol é grande e o núcleo microscópico. O Sol dá-nos energia e o núcleo não.
29	O Sol e os electrões não têm tamanhos iguais. Em cada órbita existem muitos electrões. O Sol dá-nos energia e o núcleo não. A Terra tem habitantes e o núcleo não. Os planetas têm satélites e o núcleo não.

Onze alunos não preencheram, na ficha, a coluna das diferenças.

### Quadro F-3

#### Semelhanças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atómica do Modelo de Bohr -Turma 2

Fichas	Semelhanças -Turma 2
1	O Sol e os átomos não se vêem. O Sol e o átomo são redondos.
2	Os planetas e os electrões circulam em volta do Sol e do núcleo que se encontram imóveis.
3	O Sol e o núcleo emitem energia. Há vários sistemas planetários e também há vários modelos atómicos.
4	Os planetas giram sempre na mesma direcção como os electrões: O Sol e o núcleo estão parados. O Sol e o núcleo têm energia.
5	O Sol está no centro como o núcleo e os planetas e electrões nas suas órbitas. Ambas as órbitas têm limitado poder magnético.

6	Os planetas giram à volta do Sol, não faz diferenças com o átomo. O átomo é redondo como os planetas.
7	O Sol fornece energia e o núcleo também. Ambos são sistemas organizados.
8	O átomo serve para a formação de energia assim como o Sol. O átomo possui energia própria e o Sol também. O átomo e o Sol são redondos.
9	O Sol tem energia e o núcleo também. O Sol fornece energia aos planetas e o núcleo aos electrões. Ambos são sistemas organizados.
10	O Sol é grande e aquece a Terra. O átomo e o Sol são redondos.
11	O Sol e o átomo transmitem energia. Os planetas e os electrões não saem das suas órbitas. Os planetas e os átomos são redondos.
12	O Sol é quente. O Sol é redondo. O Sol possui energia.
13	Os planetas giram à volta do Sol. O Sol é uma fonte de energia. O Sol encontra-se sempre no mesmo lugar (Nota: escreve o mesmo nas duas colunas da ficha. Não distingue as semelhanças e as diferenças).
14	O núcleo do átomo e o Sol são redondos.
15	Os planetas encontram-se à volta da Terra e os electrões também estão à volta do núcleo.
16	Os electrões saem das órbitas e há corpos celestes que também o fazem. Há electrões livres e corpos celestes livres (cometas); Há vários "centros" onde giram os planetas assim como no modelo de Bohr há vários núcleos onde circulam vários electrões.
17	Existem nos átomos e no sistema planetário várias órbitas. Os electrões e os planetas não saem das suas órbitas. Os planetas são redondos assim como os electrões. Não se vêem a olho nu nem os planetas nem os átomos. O sistema planetário e o átomo armazenam energia.
18	O Sol e o átomo estão parados.
19	Ambos, o núcleo e o Sol, estão parados. Têm os dois forma redonda.
20	Há uma força que atrai os electrões para o centro. Os electrões e os planetas não saem das suas órbitas. Os átomos e o sistema solar têm órbitas. Os electrões e os planetas são redondos. Os átomos e os planetas não se vêem a olho nu.
21	O Sol tem energia e o átomo também.
22	Não respondeu.

23	À volta do Sol giram vários planetas em órbitas como os electrões à volta do núcleo. A Terra tal como os átomos tem órbitas. Os electrões giram à volta do núcleo e a Terra giram à volta do Sol. À volta da Terra existem outros planetas (Mercúrio, Neptuno) tal como nos átomos existem os electrões.
24	Os electrões têm a mesma forma que os planetas. Os electrões circulam em órbitas como os planetas.
25	Não se sabe a constituição do Sol nem a do núcleo. Os planetas andam à volta do Sol assim como os electrões à volta do núcleo.

Nas fichas nº 3, 4, 5, 7, 9, 14, 15, 18, 19, 24, 25 aparece sempre a resposta “Os planetas andam à volta do Sol e os electrões andam à volta do núcleo”.

#### Quadro F-4

#### Diferenças entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atómica do Modelo de Bohr - Turma 2

Fichas	Diferenças - Turma 2
1	O Sol não se mexe e os átomos sim. O Sol é uma luz, os átomos não.
2	Só há um planeta em cada órbita. No sistema solar só há alguns planetas e no modelo atómico há milhares deles. O sistema planetário é gigante.
3	Os electrões rodam a grande velocidade à volta do núcleo. O Sol fornece luz e o núcleo não. Os planetas não saem das órbitas e os electrões podem perder-se no átomo. Os planetas são à volta de 10 e os electrões são muito mais. O sistema Sol/planetas é de grandes dimensões e o núcleo/electrões é microscópico.
4	Os planetas são feitos de gases, antigos planetas desfeitos e meteoros. O sistema planetário é maior que o átomo. Alguns planetas têm satélites. A órbita do núcleo tem vários electrões na mesma circunferência e os electrões não.
5	Os planetas têm órbitas fixas, enquanto existem electrões livres. Os planetas têm só um sentido de rotação e os electrões dois sentidos, o negativo e o positivo. Por vezes, dão-se colisões de electrões e os planetas não colidem.
6	Os planetas têm órbitas fixas e o átomo tem electrões livres. O Sol fornece luz e o núcleo não. Os planetas têm sentido de rotação próprio e os electrões têm dois sentidos (o positivo e o negativo).

7	Os planetas andam à volta do Sol e os electrões à volta do núcleo, a grande velocidade. O Sol fornece luz e o núcleo não. Os planetas não saem da órbita e os electrões saem. Os planetas são 10 e os electrões são mais. O átomo é um sistema microscópico e o Sol não.
9	O Sol possui muito mais energia que o átomo. O átomo é muito mais pequeno. A energia do átomo não varia com o tempo e o Sol varia.
10	O Sol tem calor e o núcleo não. O Sol é amarelo e não se vê a luz do dia. O Sol tem luz própria e os átomos não. O Sol não se mexe e os átomos mexem-se.
11	Os electrões não rodam sobre si como os planetas. Os planetas e os átomos não se vêem uns porque são muito pequenos e outros porque estão muito longe.
12	O átomo aquece com a temperatura. O átomo possui energia. O átomo é redondo. O átomo é constituído por muitas moléculas.
13	Os planetas giram à volta do Sol. O Sol é uma fonte de energia. O Sol encontra-se sempre no mesmo lugar (Nota: escreve o mesmo nas duas colunas da ficha. Não distingue as semelhanças e as diferenças).
16	Em cada órbita no modelo de Bohr circulam vários electrões e no sistema planetário em cada órbita, pelo menos que se conheça, só circula um corpo celeste. No sistema planetário existem satélites. No sistema planetário há pelo menos um planeta com vida enquanto que no modelo de Bohr não há. No modelo de Bohr os electrões giram a grande velocidade à volta do núcleo e os planetas circulam vagorosamente à volta dos Sóis.
17	Os planetas rodam sobre si próprios enquanto os electrões não. Muitos planetas têm Luas e o átomo não. Entre Marte e Júpiter existem asteróides a dividir e não existem entre as órbitas. Os planetas são muito grandes e os átomos muito pequenos.
18	O Sol vê-se a olho nu e o átomo não. Cada planeta tem a sua órbita e num átomo podemos encontrar vários electrões na mesma órbita. A velocidade dos electrões à volta do núcleo é mais rápida que a dos planetas à volta do Sol. No núcleo há protões e neutrões e no Sol não há nada. O Sol está a alta temperatura e o núcleo não.
19	O Sol tem cor amarela e o núcleo não é amarelo. Os electrões movimentam-se com mais velocidade que os planetas. Num átomo encontramos vários electrões enquanto numa órbita encontramos apenas um planeta.



20	Só há um planeta em cada órbita do Sol e na do núcleo gira sempre mais que um electrão. Os planetas rodam sobre si próprios e os electrões não. Os átomos constituem os planetas e estes um sistema.
21	Podemos encontrar vários electrões na mesma órbita. Os electrões movimentam-se a grande velocidade. Dentro do núcleo há protões e no Sol não há nada. O Sol encontra-se a grandes temperaturas e o núcleo não. Os electrões têm carga negativa e o Sol não. Os electrões são mais pequenos que os planetas. O Sol e o núcleo têm funções diferentes.
22	O Sol transfere energia e o núcleo do átomo não. O Sol não se mexe e os átomos mexem-se. O Sol é uma luz e os átomos não são nenhuma luz.
23	O núcleo do átomo tem cor variada e o Sol tem cor fixa. O Sol transfere energia e o núcleo não. Muitos planetas têm Luas e o átomo não. O Sol tem luz e o átomo não. O Sol não se mexe e os átomos mexem-se.
24	No átomo podemos encontrar diferentes electrões na mesma órbita. No sistema planetário cada planeta gira na sua órbita. Os electrões têm carga negativa e os planetas não têm carga. Os electrões movimentam-se a grande velocidade à volta do núcleo e os planetas não. Os átomos têm cargas distintas (positivo e negativo) enquanto provavelmente o planeta não apresenta carga. O átomo tem um núcleo e a Terra tem uma faixa que a divide que é o Equador. Os electrões giram a grande velocidade à volta do núcleo e a Terra demora 24h a dar uma volta em torno do Sol.
25	Em cada círculo pode existir mais do que um electrão. No sistema planetário cada órbita corresponde a um planeta. O núcleo e os átomos são de reduzidas dimensões em relação ao Sol e aos planetas.

Quatro alunos não preencheram, na ficha, a coluna das diferenças.

## Quadro F-5

## Avaliação, Feita pelos Alunos, do Trabalho Realizado Sobre a Analogia Entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr- Turma 1

Turma 1	
<u>Categoria 1</u>	Compreendi a divisão dos electrões pelas diversas órbitas.
Ajuda na compreensão da estrutura do átomo	Compreendi melhor a estrutura do átomo, distinguindo a igualdade e as diferenças existentes entre os átomos e os planetas.
	Estabeleci a relação entre os átomos e o sistema solar. Tirou-me algumas ideias erradas que tinha.
	Não sabia que os electrões tinham órbitas.
	A comparação entre o sistema planetário e o sistema atómico ajudou-me a compreender de uma forma mais fácil e interessante a estrutura do átomo.
	Consegui perceber algumas coisas que já não me lembrava ou não sabia.
	É mais fácil, mais simples estabelecer a comparação entre o sistema solar, sistema que todos conhecemos e o sistema atómico de Bohr.
	Concluí que os sistema solar e os átomos têm muitas coisas em comum e diferentes.
	Compreendi melhor a estrutura do átomo e do sistema planetário e as respectivas diferenças e semelhanças.
	A comparação foi muito bem idealizada porque a professora deu-nos esta ficha logo no começo da matéria. Exige que pensemos um pouco e ajudou-nos a perceber melhor o que vem para a frente.
	Ajudou-me a reavivar a memória recordando que a ideia de átomo indivisível foi superada, possibilitando-nos desse modo a distinguir a constituição por três espécies de partículas, protões, neutrões e electrões.
	Ajudou-me a distinguir a relação entre átomo, protões e neutrões, para mais tarde vir a relacionar com a matéria dada à frente. É mais fácil perceber.
	Compreendi a relação entre electrões, neutrões e protões.
	A comparação da constituição do sistema planetário e o átomo de Bohr, ajudou-me.
	A comparação entre a constituição do átomo e o sistema solar é importante por causa da memorização.
	Comparar o átomo a algo que conhecemos é melhor e mais científico.
	É mais fácil imaginar um átomo como um sistema planetário que é parecido.
	Compreendi melhor a estrutura do átomo. Comecei a interessar-me mais pela estrutura do átomo ou seja como ele é constituído.

<p><u>Categoria 2</u></p> <p>Dificuldades na realização da ficha</p>	<p>Nenhuma (resposta dada por oito alunos).</p> <p>A princípio senti dificuldade em relacionar os elementos, mas ao fazer a primeira comparação fiz tudo facilmente.</p> <p>Não senti dificuldades porque não era preciso grandes conhecimentos (resposta dada por dois alunos).</p> <p>Em achar algumas semelhanças.</p> <p>Não dei o átomo no 8º ano e sabia pouco sobre a constituição do átomo.</p> <p>No princípio não percebi muito bem, mas com a explicação da professora esclareci-me.</p> <p>Pareceu-me difícil porque não estava concentrada no princípio, mas depois de começar achei graça e original.</p> <p>Foi difícil tecer considerações e fazer comparações.</p> <p>A princípio as dificuldades foram algumas, mas depois foi mais fácil à medida que íamos aprendendo.</p> <p>No princípio senti dificuldades em compreender certas coisas, mas depois compreendi e tudo foi mais fácil.</p> <p>A princípio tive um pouco de dificuldade porque já não me lembrava da constituição do átomo.</p>
--	--

<p><u>Categoria 3</u></p> <p>Ajuda da discussão posterior feita na turma</p>	<p>Esclareci dúvidas importantes para perceber a matéria sobre os átomos (resposta dada por quatro alunos).</p> <p>Deu-nos a compreender a estrutura do átomo (resposta dada por dois alunos).</p> <p>É mais fácil se estudarmos o átomo em relação aos planetas.</p> <p>Ajudou-me a compreender a complexa estrutura do átomo através de um exemplo simples e retirou-me ideias erradas que tinha dos átomos.</p> <p>Fiquei a saber melhor a constituição do átomo.</p> <p>Para todas as fases, comparavam o átomo ao sistema planetário ou os electrões aos planetas e estes exemplos ajudaram-me a perceber.</p> <p>Ajudou-me para perceber o número fixo de electrões e a maneira como circulam.</p> <p>Enquanto um electrão estiver a circular na mesma órbita ele não emite nem absorve energia e os electrões movem-se à volta do núcleo em órbitas de forma circular e não segundo qualquer percurso estabelecido e que um electrão dá saltos de uma órbita para a outra. O próprio electrão pode absorver ou mesmo emitir uma quantidade de energia.</p> <p>Percebi a constituição do átomo.</p> <p>A conversa que tivemos tirou-me as dúvidas.</p> <p>A conversa amena ajudou-me a compreender alguns factos que sozinho demorava mais tempo a atingir.</p> <p>Percebi a estrutura do átomo e tirei dúvidas que tinha.</p> <p>O mesmo que respondi para a ficha (mais fácil imaginar um átomo).</p> <p>O mesmo que respondi quanto à ficha (forma mais fácil e interessante).</p>
--	---

<p><u>Categoria 4</u></p> <p>Sugestões para tornar o trabalho mais útil e vantajoso</p>	<p>Não preciso de dar sugestões porque o trabalho já foi útil e vantajoso (resposta dada por dois alunos).</p>
	<p>Fazer debates (resposta dada por dois alunos).</p> <p>Comparar as fichas feitas por todos os alunos.</p> <p>A Química pode ser comparada com muitas coisas do nosso dia-a-dia e que à primeira vista nada tem a ver com a Química, mas que depois nos dá uma ideia mais simples do que estávamos a estudar. As sugestões baseiam-se, portanto, à base de trabalhos semelhantes ao da aula anterior.</p> <p>As regras para um bom funcionamento da aula deveriam ser: muitas aulas práticas; intervenção dos alunos nas aulas através da discussão entre alunos e professores; trabalho de grupo que levasse o aluno a desenvolver as novas capacidades de raciocínio.</p> <p>Comparar a Química com situações do dia-a-dia.</p> <p>Elaborar fichas simples que nos ajudem a compreender melhor o complicado.</p> <p>Fazer trabalho de grupo, aulas mais divertidas, muitas aulas práticas e aulas que façam com que os alunos tenham interesse, aprendendo coisas na brincadeira, mas que têm lucro uma vez que a Química nos dá essa hipótese.</p> <p>Fazer um debate em que cada grupo defendesse uma fase do trabalho realizado.</p> <p>Antes de começar uma nova matéria o professor poderia dar uma ficha daquele tipo para depois compreendermos melhor a matéria.</p> <p>O trabalho de grupo, é uma tarefa que agrada à quase totalidade dos estudantes e que poderia ser deveras proveitoso para ajudar os alunos a terem mais satisfação no estudo e a assimilarem a matéria com mais facilidade. A distribuição mais assídua de fotocópias com apontamentos mais precisos acerca da matéria, seria salutar.</p>
<p>Dois alunos não responderam a esta questão</p>	<p>Sempre que começamos uma nova matéria, distribuir uma ficha, para nos ajudar a perceber o objectivo da matéria que nos é dada.</p> <p>Fazer mais discussões sobre a matéria que vamos dando.</p> <p>A discussão ter por base as frases extraídas das fichas dos alunos (de cada aluno) e posteriormente passadas para uma transparência, penso que retiraria ideias erradas que os alunos pudessem ter.</p>

Número de fichas respondidas: 18

Quadro F-6

Avaliação, Feita pelos Alunos, do Trabalho Realizado sobre a Analogia Entre o Nosso Sistema Planetário e a Estrutura Atômica do Modelo de Bohr - Turma 2

Turma 2	
<p><u>Categoria 1</u></p> <p>Ajuda na compreensão da estrutura do átomo</p>	<p>Permitiu comparar o átomo ao sistema solar (resposta dada por três alunos).</p> <p>O átomo não ser definido.</p> <p>Percebi que os electrões no seu percurso à volta do núcleo descrevem círculos.</p> <p>Sim, ajudou.</p> <p>Permitiu comparar o átomo com o sistema solar e com estas comparações consegui agrupar as semelhanças e as diferenças.</p> <p>Não, não me ajudou.</p> <p>As atracções dos planetas pelo Sol e dos electrões pelo núcleo, concluí que havia duas forças diferentes: entre núcleo e electrões e entre Sol e planetas.</p>
<p><u>Categoria 2</u></p> <p>Dificuldades na realização da ficha</p>	<p>Não tive dificuldades (resposta dada por quatro alunos).</p> <p>Já não me lembrava dos meus conhecimentos do 8º ano (resposta dada por dois alunos).</p> <p>Tive dificuldade em encontrar diferenças entre o átomo e o sistema planetário.</p> <p>Não tinha dado a Lei de Bohr no ano anterior.</p> <p>Saber a constituição completa do átomo.</p>

<p><u>Categoria 3</u></p> <p>Ajuda da discussão posterior feita na turma</p> <p>Cinco alunos não responderam</p>	<p>Não esclareceu nem lembrou como era o átomo.</p> <p>Para clarificar as minhas ideias.</p> <p>Ajudou-me a compreender o número atómico e o número de massa.</p> <p>Fiquei a saber a comparação da ideia de Bohr com a dos outros cientistas.</p>
<p><u>Categoria 4</u></p> <p>Sugestões para tornar o trabalho mais útil e vantajoso</p> <p>Seis alunos não responderam</p>	<p>Investigar mais o átomo e se as suas estruturas podem ou não mudar de forma.</p> <p>Cada vez que mal me lembre de como se desenha um átomo, poderei lembrar-me do sistema planetário, logo ambos têm o mesmo aspecto.</p> <p>Fazer trabalhos de grupo.</p>

Número de fichas respondidas: 9

#### Quadro F-7

#### Avaliação das Aulas Leccionadas - Diferenças em Relação às Aulas Anteriores - Turma A

Turma A	
Cátia	"Foi mais pormenorizado"; "Achei fácil"; "Gostei."
Mário	"Não era preciso estar tão atento"; "Estava mais à vontade; Era mais fácil".
Vera	"Foram aulas diferentes. Nunca tinha tido aulas assim"; "Fiquei com uma ideia mais actual do que é o átomo do que nos outros anos".
Paulo	"Foram aulas divertidas", "Os desenhos eram "curtidos"; "Podia falar"; "Gostei e o átomo não é assim tão difícil de perceber"

## Quadro F-8

Avaliação das Aulas Leccionadas - Aspectos Mais Significativos - Turma A

Turma A	
Cátia	"Gostei porque foi uma revisão do ano passado e algumas coisas já não me lembrava"; "Lembro-me das fichas porque as fiz duas vezes".
Mário	"A matéria com a professora normal ia sair nos testes e aqui eu pude aprender mais livremente"; "(o principal) é o átomo ser divisível em electrões, protões e neutrões. Quando perde ou ganha electrões fica com carga".
Vera	"Foi como surgiu o átomo, desde a primeira etapa até agora"; "Sim (gostei de aprender o átomo através da História)".
Paulo	"Tínhamos de adivinhar o que aqueles desenhos queriam dizer e aqueles exemplos todos"

## Quadro F-9

Avaliação das Aulas Leccionadas - Impacto da Linguagem Utilizada - Turma A

Turma A	
Cátia	"Sim (fiquei a saber melhor com as comparações); "Ajudam (as comparações) uma pessoa a decorar"; "Lembrava-me do volte face e lembrava-me logo do outro esquema"
Mário	"Para mim era igual, mesmo com ou sem comparações eu compreendia bem"
Vera	"Nada de especial"; "A linguagem era a que a gente percebe. Não eram palavras caras"; "Gosto de ouvir falar, que dêem exemplos porque a gente relaciona mais as coisas do que estar a escrever e o professor a falar e a gente não percebe nada"
Paulo	"A linguagem podia perceber-se bem "; "Eram giros os exemplos", "Ajudou a perceber melhor aquilo tudo dos átomos", "Lembrava-me dos exemplos e era mais fácil lembrar-me do que queria"



## Quadro F-10

Avaliação das Aulas Leccionadas - Diferenças em Relação às Aulas Anteriores  
- Turma B

Turma B	
Flôr	“Era uma professora nova”; “As aulas eram filmadas”; “Foi uma novidade”; “Ficámos a compreender melhor aquilo dos átomos”
Maria	“Gostei, eram diferentes”; “Nós utilizamos acetatos mas raras vezes”; “Achei o método de ensino muito lento”.
Marco	“Gostei, pude recordar com calma aquilo que eu tinha esquecido”; “Praticamente (nas aulas), era tudo igual só que tinha aquela câmara”.
Rui	“Foram interessantes”; “Foram diferentes do que a gente está habituado”; “A maneira de ensinar era diferente”.

## Quadro F-11

Avaliação das Aulas Leccionadas - Aspectos Mais Significativos - Turma B

Turma B	
Marco	“O átomo para mim foi uma descoberta, mas não é assim muito importante, só se quisermos fazer reacções químicas. Aí já é outra coisa ...”.
Rui	“Os acetatos e as fichas serviram para aprofundar as coisas sobre o átomo”.

## Quadro F-12

Avaliação das Aulas Leccionadas - Impacto da Linguagem Utilizada - Turma B

Turma B	
Flôr	“Acho que cada professor explica da sua maneira”; “Percebi a explicação que foi dada”; “As (comparações) acho que ajudaram porque a partir de coisas simples a gente consegue compreender melhor”.
Maria	“Compreendi melhor”; “Acho que foi um bocado perda de tempo porque utilizámos muitos exemplos, mas deu para compreender”.

Marco	“Percebi tudo bem”; “(As comparações) fizeram com que eu percebesse melhor”; “Através dos acetatos com os desenhos, podíamos falar comparar e perguntar enquanto se fosse só escrita nós registávamos tudo no caderno”; “Para estudar é melhor”.
Rui	“Compreendo melhor as coisas com exemplos”.

Quadro F-13

Avaliação das Aulas Leccionadas - Diferenças em Relação às Aulas Anteriores - Turma C

Turma C	
Carla	“Foram aulas diferentes, por isso lembro-me”; “A matéria era outra”; “Gosto mais de Química”; “A professora era outra”; “Algumas coisas foram diferentes como as comparações, porque de resto acho que não”.
Pedro	“Lembro, mas mal”; “Gostei”; “Nunca tinha falado dos átomos tão especificamente”.
Sara	“Gostei das aulas”; “Foi diferente estarem a filmar e ter outra professora. Faz bem mudar”.
Sérgio	“Lembro. Foram (aulas) giras com os acetatos, com aqueles bonequinhos, com a câmara (de vídeo)”; “Também ficou diferente o objecto de trabalho”; “Foram diferentes do normal apesar de ser dentro de uma sala de aula como são sempre as outras, mas era diferente”; “Aqueles bonequinhos que a professora fez e aquelas lutas ...”

Quadro F-14

Avaliação das Aulas Leccionadas - Aspectos Mais Significativos - Turma C

Turma C	
Carla	“A constituição do átomo”; “As fichas que tivemos de fazer”; “Já tinha estudado isso (a constituição do átomo) por isso prestei mais atenção”.
Pedro	“Vou sempre ao livro quando dou matéria nova. A professora explica de uma maneira, o livro explica de outra e se ler as duas tiro partido”.

Sara	“A formação dos catiões e dos aniões e o modelo da nuvem electrónica”; “Foram diferentes cientistas que foram descobrindo ao longo do tempo, ao passo que o modelo da nuvem electrónica não foi só um, foram vários cientistas (foi importante), eles juntarem-se todos para descobrirem, para pesquisarem (...) em trabalho de equipa.”
Sérgio	“(os bonequinhos) ajudaram a compreender melhor o que não se pode ver”; “Passados estes dias ainda me lembro”.

Quadro F-15

Avaliação das Aulas Leccionadas - Impacto da Linguagem Utilizada - Turma C

Turma C	
Carla	“A linguagem foi mais ou menos normal”; “Como as professoras explicam”; “Não prestei muita atenção (às comparações)”.
Pedro	“(a linguagem) ao princípio era complicada, porque nós não conhecemos essas palavras”; Não notei (na linguagem) nada de diferente”; “(as comparações) são boas”; “Isso é bom (as comparações) porque assim a gente percebe melhor”; “Se explicar com um exemplo real a gente percebe melhor. Ficamos logo com a ideia na cabeça”; “Ajuda”.
Sara	“A linguagem foi normal, ligada à que falamos no dia-a-dia”; “Quando estudámos os modelos (dos átomos) comparava com a “tarte” de passas”; “(as comparações) acho que facilitaram”; “Acho que consegui (distinguir o que era comparável com o que não era)”.
Sérgio	“A maneira de explicar, os exemplos dados, era diferente do normal.”

Quadro F-16

Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos  
Seleccionados da Turma A Antes da Sequência das Aulas

	Cátia		Mário		Paulo		Vera	
	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.
Relações	6	6	12	12	3	3	5	5
R. Cruzadas	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierarquia	4	16	5	20	3	12	4	16
Exemplo	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	22		32		15		21	

Quadro F-17

Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos  
Seleccionados da Turma B Antes da Sequência das Aulas

	Flôr		Maria		Marco		Rui	
	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.
Relações	7	7	5	5	5	5	6	6
R. Cruzadas	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierarquia	4	16	3	12	2	8	4	16
Exemplo	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	23		17		13		22	

Quadro F-18

Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos  
Seleccionados da Turma C Antes da Sequência das Aulas

	Carla		Pedro		Sara		Sérgio	
	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.	f	Pont.
Rela ções	7	7	12	12	7	7	7	7
R. Cruza das	0	0	1	10	0	0	0	0
Hierar quia	4	16	7	28	3	12	3	12
Exem plo	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	23		50		19		19	

Quadro F-19

Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos  
Seleccionados da Turma A Após a Sequência das Aulas

	Cátia		Mário		Paulo		Vera	
	f	pont.	f	pont.	f	pont.	f	pont.
Rela ções	7	7	20	20	4	4	8	8
Rel. Cruza das	0	0	3	30	0	0	0	0
Hierar quia	4	16	12	48	3	12	4	16
Exem plo	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	23		98		16		24	

Quadro F-20

Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos  
Seleccionados da Turma B Após a Sequência das Aulas

	Flôr		Maria		Marco		Rui	
	f	pont.	f	pont.	f	pont.	f	pont.
Rela ções	10	10	8	8	7	7	12	12
Rel. Cruza das	1	10	0	0	0	0	0	0
Hierar quia	10	40	5	20	7	28	11	44
Exem plo	5	5	0	0	0	0	0	0
Total	65		28		35		56	

Quadro F-21

Resultados dos Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos  
Seleccionados da Turma C Após a Sequência das Aulas

	Carla		Pedro		Sara		Sérgio	
	f	pont.	f	pont.	f	pont.	f	pont.
Rela ções	11	11	21	21	10	10	10	10
Rel. Cruza das	1	10	7	70	1	10	1	10
Hierar quia	7	28	12	48	6	24	7	28
Exem plo	0	0	0	0	0	0	2	2
Total	49		139		44		50	

Quadro F-22

Comparação dos Resultados entre o 1º e 2º Mapas de Conceitos Elaborados pelos Alunos Seleccionados das Três Turmas

	Turma A				Turma B				Turma C			
	Cátia	Mário	Paulo	Vera	Flôr	Maria	Marco	Rui	Carla	Pedro	Sara	Sérgi
1º mapa	22	32	15	21	23	17	13	22	23	50	19	19
2º mapa	23	98	16	24	65	28	35	56	49	139	44	50
Diferença	1	66	1	3	42	11	22	34	26	89	25	31

Quadro F-23

Comparação dos Resultados Obtidos pelos Alunos Seleccionados para o Estudo Após a Sequência das Aulas com o Resultado Padrão

	Turma A				Turma B				Turma C			
	Cátia	Mário	Paulo	Vera	Flôr	Maria	Marco	Rui	Carla	Pedro	Sara	Sérgi
Padrão	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Alunos	23	98	16	24	65	28	35	56	49	139	44	50
Diferença	82	7	89	81	39	77	70	49	56	+34	61	55

Quadro F-24

Metáforas e/ou Analogias Geradas pelos Alunos Seleccionados da Turma A

Turma A	
Cátia	"Os planetas e o sistema solar. Acho que é o mais parecido."
Mário	"Das comparações não me lembro. Não sei."
Vera	"A que eu fixei melhor foi aquela do bolo de passas."

Paulo	"Não sou capaz... A que me lembro agora melhor foi aquela das meninas a saltarem e a dançarem."
-------	---

Quadro F-25

Metáforas e/ou Analogias Geradas pelos Alunos Seleccionados da Turma B

Turma B	
Flôr	"A ideia da nuvem e das partículas todas. Achei graça aos mosquitos à volta da luz que é o que acontece lá em casa quando abro a janela."
Maria	"Não sei, não estou a ver nada ... O exemplo que me ocorre agora é a de um ringue de luta greco-romana. O ringue era o núcleo e os lutadores eram os prótons e os neutrões. Os electrões eram o público, porque o público anda ali bem agitado, não está sentado nos seus lugares. A emoção sobe ... é uma agitação. Uns saem outros entram. Rapidamente se transformam em iões excitados."
Marco	"Agora não me ocorre nada. A que me ficou na cabeça foi a do sistema solar, porque já conhecia."
Rui	"(o átomo é como) Uma bola de borracha normal. A cebola (é a comparação que me lembro melhor) porque realçou-se, mas não sei explicar."

Quadro F-26

Metáforas e/ou Analogias Geradas pelos Alunos Seleccionados da Turma C

Turma C	
Carla	"O átomo é como uma bola; vejo pelos desenhos dos livros."
Pedro	"Já me esqueci. Os cientistas andaram para ali tantos anos a fazerem comparações e eu agora aqui de repente ... sei lá ..."
Sara	"Já sei. Uma nêspera. Tem o caroço lá dentro, o caroço é o núcleo que tem os prótons e os neutrões e depois a nêspera que se come são os electrões."
Sérgio	"O átomo não sei, mas a molécula pode ser uma mota. Tem banco, tem depósito. Cada peça é um átomo que ao ligarem-se todos fazem uma molécula que era a mota."; "Gosto muito de motas."; "(Para o átomo) a roda era o mais apropriado. Tem aquela parte central donde partem os raios que seria o núcleo, depois à volta do aro da roda eram as camadas energéticas."



Quadro F-27

Razões Apresentadas pelos Alunos Seleccionados da Turma A Justificativas da Elaboração dos Mapas de Conceitos

Turma A	
Cátia	<p>O 1º mapa foi feito no ar.</p> <p>Havia coisas que eu não me lembrava.</p> <p>No 2º mapa já consegui diferenciar mais o que eram prótons, neutrões e electrões.</p> <p>Recordei mais coisas por causa das explicações das aulas.</p> <p>Aprendi e foi um avanço para este ano.</p>
Mário	<p>Não sei. Sei mais (entre o 1º e o 2º mapas).</p> <p>(Tenho) partes mais desenvolvidas no 2º que no 1º mapa.</p> <p>O que aprendi de mais importante foi que as ideias sobre o átomo são diferentes ao longo do tempo.</p> <p>Só pus o átomo com a ideia actual, achei que aquilo era só contexto histórico e o que interessava era a realidade.</p> <p>Devo ter-me esquecido ou a professora não ter dito isso na aula.</p> <p>(Escrevi isso) por ter aprendido na aula.</p>
Vera	<p>Fiz (o 2º mapa) com mais coisas. Já tinha o nome das pessoas.</p> <p>Quando fiz o 1º mapa não me lembrava de nada. Foi logo à primeira, mas ao fazer o 2º serviu para me dar uma ideia mais concreta do que é o átomo.</p> <p>Não sabia como pôr (os modelos do átomo). Não eram assim coisas concretas como o núcleo e os electrões.</p> <p>O 2º mapa está mais explicado com as setas.</p> <p>Acho que aprendi.</p> <p>Escrevi que o átomo é só utilizado em Química, porque foi onde o estudámos.</p>
Paulo	

## Quadro F-28

Razões Apresentadas pelos Alunos Seleccionados da Turma B Justificativas da Elaboração dos Mapas de Conceitos

Turma B	
Flôr	<p>Aprendi os modelos e os iões do 1º para o 2º mapas.</p> <p>Tentei seguir uma ordem (ao fazer os mapas). Primeiro começando pelas moléculas, as moléculas são constituídas por átomos, depois o átomo é constituído por estas partículas todas.</p> <p>As ideias que foram surgindo vieram mais separadas para os modelos do que para o átomo (e por essa razão não utilizou a ordem hierárquica).</p> <p>Os conceitos estarem ao lado não quer dizer nada.</p> <p>Fazer os mapas, além de ficar a saber coisas acerca do átomo, é bom para outras coisas. É uma maneira para ver as ideias, para ver aquilo que sei.</p>
Marco	<p>No 2º mapa, pus mais coisas, tem mais rectângulos.</p> <p>Mais tarde vim a aprender muito mais.</p> <p>O que aprendi de mais importante é que na última camada tem de haver oito electrões.</p> <p>Foi relevante porque é o que pode dar as reacções químicas.</p>
Maria	<p>Fiz o 2º mapa relembrando a matéria.</p> <p>Escrevi normalmente, fui pondo logo.</p> <p>As “coisas” que estão na mesma linha não estão relacionadas.</p> <p>Pois é, agora parece disparatado.</p> <p>Porque acho que a “stora” tem razão.</p>
Rui	<p>Aprendi mais no 2º mapa depois de aulas.</p> <p>Recolhi todas as informações que tinha sobre o átomo e fui fazendo.</p> <p>À medida que me ia lembrando, ia fazendo as setas.</p> <p>Foi o que me veio logo à ideia (o primeiro conceito que escreveu) e estes aqui a última coisa que eu me lembrava.</p> <p>Pus, conforme me ia lembrando.</p> <p>Havia ali espaço para escrever.</p> <p>Não teve ordem na cabeça.</p> <p>Calhou ficar na mesma linha.</p>

## Quadro F-29

Razões Apresentadas pelos Alunos Seleccionados da Turma C Justificativas da Elaboração dos Mapas de Conceitos

Turma C	
Carla	<p>O 1º mapa está muito pobrezinho.</p> <p>Aprendi os iões (do 1º para o 2º mapa).</p> <p>Devo-me ter esquecido (de falar no núcleo).</p> <p>Acho que pus de propósito o neutrão e o electrão no mesmo nível e o protão cá em baixo ficava bem um positivo e um negativo.</p> <p>Não teve nenhuma razão especial ( a disposição dos conceitos).</p> <p>Não sei, acho que não deve influenciar muito (onde colocar os conceitos).</p> <p>Calhou pôr assim por causa do espaço que eu tinha.</p>
Pedro	<p>Aprendi a amplificar mais as coisas e a “afundar” mais as coisas.</p> <p>Pois, não sei, fui pondo.</p> <p>Comecei a partir do átomo. Pus lá que os átomos se podem unir e fazer moléculas, que os átomos eram divisíveis em neutrões, protões e electrões e que estes andavam à volta do núcleo e depois pus esta seta que queria dizer que o átomo evoluiu ao longo do tempo. Depois do átomo também fiz o mesmo com o ião, o catião e o anião.</p> <p>Foi um erro, mas podia ter feito.</p> <p>Não sei.</p> <p>Foi aquilo que me veio à cabeça.</p> <p>Fui logo organizando.</p> <p>Fui pondo as setas e logo escrevendo.</p> <p>Porque eu acho que as pessoas percebem melhor. Pus que os átomos são divisíveis em electrões, são as coisas que mais “saem” no átomo e que “mais se usam”.</p> <p>Depois da professora dar as aulas, era diferente. Os átomos não eram só bombas atómicas.</p>

Sara	<p>Estão diferentes (o 1º e o 2º mapas).</p> <p>Neste (2º mapa), já pus que o átomo formava moléculas. Os aniões e os catiões, que no primeiro não me lembrei, e que com estas aulas vim a relembrar.</p> <p>Não sei.</p> <p>(Não) tinha nenhuma ideia quando pus os neutrões mais para baixo que os protões e os electrões.</p> <p>Pus o que me lembrei.</p> <p>Conforme veio à cabeça.</p> <p>Não foi organizado.</p> <p>Sim, se calhar, aqui é que pus mal ao pôr assim a seta.</p> <p>Se eu tivesse espaço para este lado, era capaz de ter feito a partir daqui, mas achei que não ficava muito bem.</p>
Sérgio	<p>Aprendi o que é uma molécula composta, a diferenciar a molécula composta da elementar, o catião e o anião, o que o átomo tinha e o que era o núcleo.</p> <p>Comecei a escrever aqui, o núcleo contem neutrões e protões e depois fiz as camadas energéticas que continham electrões e outras coisas que eu não sei.</p> <p>Depois pus o que é que o átomo podia dar, podia originar um catião ou um anião.</p> <p>A ideia principal era o átomo. Fiz o átomo e depois fiz mais átomos e liguei-os (fiz a molécula). Decompus a ideia principal e depois compus a ideia principal.</p> <p>Eu fazia a ligação, escrevia (na cabeça já estava ligado).</p> <p>Não pensei muito bem. Pus que vinha do átomo.</p> <p>Quando vi (a ficha), fiquei um bocado assustado. A única coisa escrita que aparecia aqui era o átomo. "Construí um mapa relativo ao conceito que tens de átomo".</p> <p>Principalmente no 1º mapa, o conceito de átomo que eu tinha, já tinha dois anos "em cima". Depois a professora explicou o que era para fazer, qual era a ideia principal que a gente tinha de fazer aqui, depois foi fácil.</p> <p>Depois no 2º mapa lembrei-me do que a professora disse. Comecei a lembrar-me de coisas já de trás. Comecei a ligar os meus pensamentos.</p>

## **ANEXO G**

### **A METÁFORA, A ANALOGIA E A APRENDIZAGEM**

#### **Critérios Orientadores para a Avaliação das Aulas a Realizar pelas Professoras das Turmas onde o Estudo foi Realizado**

##### EM RELAÇÃO AOS ALUNOS:

- Fazem perguntas pertinentes
- Demonstram raciocínio analógico
- Utilizam espontaneamente a metáfora e/ou a analogia

##### EM RELAÇÃO À PROFESSORA:

- Linguagem utilizada

##### APRECIÇÃO GLOBAL

- Relação professor-aluno, motivação, participação e tipos de interacção, atenção e concentração nas tarefas, etc.
- Diferenças verificadas em relação ao comportamento habitual dos alunos.
- Outros aspectos considerados relevantes.

## **Avaliação Escrita das Aulas Leccionadas Apresentada pelas Professoras das Turmas onde o Estudo foi Realizado**

As aulas decorreram conforme tinha sido combinado nas reuniões conjuntas. Foram dadas quatro aulas em três das nossas turmas, para começar o programa de Química.

Em relação ao programa, o desenvolvimento dado à perspectiva histórica do aparecimento dos modelos do átomo foi maior do que habitualmente. Os alunos foram confrontados com muito mais material nomeadamente acetatos, pois que, normalmente, é difícil e incerto a possibilidade de podermos usar sempre o retroprojector, quando necessitamos dele. Os mapas de conceitos foram também uma novidade para os nossos alunos.

Pensamos que os alunos reagiram bem à entrada de uma professora estranha no fim do ano, excepto na aula inicial da turma C, embora tenhamos tido o cuidado de os preparar anteriormente para a situação conforme aconteceu na turma A e B. Isto deve-se a que a turma C é uma turma difícil e com muitos problemas.

Apesar dos condicionalismos, os alunos fizeram algumas perguntas pertinentes. O nível de motivação dos alunos era sem dúvida maior do que o habitual, pois que era uma situação fora da rotina, embora na segunda aula já todos estivessem familiarizados com o aparato das filmagens. O caso do Pedro da turma C e do João da turma A são emblemáticos. São alunos muito problemáticos, que nunca falam e aqui não paravam de o fazer.

Criou-se um clima agradável entre a professora e os alunos e um diálogo proveitoso. Lamentamos o caso do Tiago não querer participar no estudo que se seguirá, mas é um alunos cheio de problemas familiares e de adolescência.

Os exemplos dados foram motivadores e captaram a atenção dos alunos mesmo na turma A onde não foram tão profundamente explorados. A turma C é que nos levou a reflectir na influência dos materiais, pois que os alunos habitualmente tão barulhentos conseguiram trabalhar e estar com um mínimo de atenção.

A linguagem utilizada foi acessível, correcta e adequada. Consideramos que houve uma boa exploração dos materiais utilizados, embora que para esta exploração seja necessário tempo. A utilização de muitas metáforas não confundiu os alunos, pelo contrário, parece que estavam a compreender o que era ensinado, apesar de não estarem habituados a este tipo de linguagem. Ajudou-os também a relembrar o que já tinha sido tratado no ano anterior. De um ano para o seguinte os alunos esquecem tudo parecendo que nunca ouviram falar nos assuntos. Os exemplos dados fizeram que a pouco e pouco a memória se lhes avivasse.

Não foi notório o aparecimento espontâneo de metáforas ditas pelos alunos, excepto no caso do Luís da turma B que foi muito bem adequada.

Para concluir, achamos que as aulas correram bem, com um bom ambiente, foram motivadoras e os alunos ficaram interessados pela Química.

Queremos afirmar o nosso gosto de ter tido a oportunidade de participar neste estudo e a nossa intenção de aprofundarmos o assunto da utilização da

metáfora nas aulas de Física-Química. Gostaríamos de poder contar com a sua ajuda.

Assinaturas das Professoras



## ANEXO H

### TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Quadro H-1

Sucesso Escolar no 1º Período Escolar

#### Turmas A e B

Mann-Whitney U X <sub>1</sub> : Column 1 Y <sub>1</sub> : Column 2			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
Group 1	24	621.5	25.896
Group 2	26	653.5	25.135
U		302.5	
U-prime		321.5	
Z		-.184	p = .8536
Z corrected for ties		-.214	p = .8308
# tied groups		3	

#### Turmas B e C

Mann-Whitney U X <sub>2</sub> : Column 3 Y <sub>2</sub> : Column 4			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
Group 1	29	731.5	25.224
Group 2	26	808.5	31.096
U		296.5	
U-prime		457.5	
Z		-1.357	p = .1748
Z corrected for ties		-1.513	p = .1302
# tied groups		3	

#### Turmas A e C

Mann-Whitney U X <sub>3</sub> : Column 5 Y <sub>3</sub> : Column 6			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
Group 1	24	736.5	30.688
Group 2	29	694.5	23.948
U		259.5	
U-prime		436.5	
Z		-1.581	p = .1138
Z corrected for ties		-1.792	p = .0732
# tied groups		3	

## Quadro H-2

Sucesso Escolar no 2º Período Escolar**Turmas A e C**

Mann-Whitney U X <sub>1</sub> : Column 1 Y <sub>1</sub> : Column 2			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
Group 1	24	744.5	31.021
Group 2	29	686.5	23.672
U		251.5	
U-prime		444.5	
Z		-1.724	p = .0847
Z corrected for ties		-2.109	p = .0349
# tied groups		3	

**Turmas A e B**

Mann-Whitney U X <sub>2</sub> : Column 3 Y <sub>2</sub> : Column 4			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
Group 1	24	475	19.792
Group 2	26	800	30.769
U		175	
U-prime		449	
Z		-2.66	p = .0078
Z corrected for ties		-2.887	p = .0039
# tied groups		3	

**Turmas B e C**

Mann-Whitney U X <sub>3</sub> : Column 5 Y <sub>3</sub> : Column 6			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
Group 1	26	1004.5	38.635
Group 2	29	535.5	18.466
U		100.5	
U-prime		653.5	
Z		-4.661	p = .0001
Z corrected for ties		-5.121	p = .0001
# tied groups		3	

## Quadro H-3

Questionário GALT**Turmas A e B**

Unpaired t-Test X <sub>1</sub> : Column 1 Y <sub>1</sub> : Column 2				
DF:		Unpaired t Value:		Prob. (2-tail):
48		-1.482		.632
Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	24	5.083	2.43	.496
Group 2	26	5.385	1.981	.389

**Turmas B e C**

Unpaired t-Test X <sub>2</sub> : Column 3 Y <sub>2</sub> : Column 4				
DF:		Unpaired t Value:		Prob. (2-tail):
53		.517		.7528
Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	26	5.385	1.981	.389
Group 2	29	5.207	2.161	.401

**Turmas A e C**

Unpaired t-Test X <sub>3</sub> : Column 5 Y <sub>3</sub> : Column 6				
DF:		Unpaired t Value:		Prob. (2-tail):
51		-1.196		.8455
Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	24	5.083	2.43	.496
Group 2	29	5.207	2.161	.401

## Quadro H-4

Questionário DAT**Turmas A e C**

Unpaired t-Test X <sub>1</sub> : A-C Y <sub>1</sub> : Class A -C				
DF:		Unpaired t Value:		Prob. (2-tail):
49		1.369		.1774
Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	24	51	30.569	6.24
Group 2	27	40.556	23.832	4.586

**Turmas A e B**

Unpaired t-Test X <sub>2</sub> : A-B Y <sub>2</sub> : Class A-B				
DF:		Unpaired t Value:		Prob. (2-tail):
47		.36		.7203
Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	24	51	30.569	6.24
Group 2	25	47.56	35.939	7.188

**Turmas B e C**

Unpaired t-Test X <sub>3</sub> : B-C Y <sub>3</sub> : Class B-C				
DF:		Unpaired t Value:		Prob. (2-tail):
50		.396		.6936
Group:	Count:	Mean:	Std. Dev.:	Std. Error:
Group 1	25	44.08	39.039	7.808
Group 2	27	40.556	23.832	4.586

Quadro H-5

Pré - Post Teste - Turma A

Wilcoxon signed-rank X <sub>1</sub> : Rank 2 Y <sub>1</sub> : Pre test			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
- Ranks	4	10	2
+ Ranks	0	0	•
Z	-2		p = .0679
Z corrected for ties	-2		p = .0656
# tied groups	1		

Wilcoxon signed-rank X <sub>1</sub> : Rank 2 Y <sub>2</sub> : Post Test			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
- Ranks	4	10	2
+ Ranks	0	0	•
Z	-2		p = .0679

## Quadro H - 6

Pré - Post Teste - Turma B

Wilcoxon signed-rank X <sub>1</sub> : Column 4 Y <sub>1</sub> : Column			
	Number:	$\Sigma$ Rank:	Mean Rank:
- Ranks	4	10	2
+ Ranks	0	0	•
Z		-2	p = .0679

Wilcoxon signed-rank X <sub>1</sub> : Column 4 Y <sub>2</sub> : Column 2			
	Number:	$\Sigma$ Rank:	Mean Rank:
- Ranks	4	10	2
+ Ranks	0	0	•
Z		-2	p = .0679

Quadro H - 7

Pré - Post Teste - Turma C

Wilcoxon signed-rank X <sub>1</sub> : Rank Y <sub>1</sub> : Pre Test			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
- Ranks	4	10	2
+ Ranks	0	0	•
Z		-2	p = .0679

Wilcoxon signed-rank X <sub>2</sub> : Post Test Y <sub>1</sub> : Pre Test			
	Number:	Σ Rank:	Mean Rank:
- Ranks	0	0	•
+ Ranks	4	10	2
Z		-2	p = .0679

